# Beiträge zur Kenntnis des feineren Baues der Cladoceren (Daphnia magna)

---

## Inaugural-Dissertation

zur

### Erlangung der Doktorwürde

der

hohen Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

**Kurt Klotzsche**

aus Dresden



Druck von Anton Kämpfe in Jena.

1913.

Angenommen von der III. Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Chun und Pfeffer.

Leipzig, den 3. Dezember 1912.

Der Procancellar
**Le Blanc.**

Abdruck aus der „Jenaischen Zeitschrift“ Bd. L, Heft 4. 1913.

Dem Andenken meines Vaters
in Liebe und Dankbarkeit
gewidmet.

# Inhaltsübersicht.



## Einleitung.

Vorliegende Arbeit wurde mir im Sommer 1909 von Professor Woltereck übertragen. Sie sollte im speziellen der Untersuchung des sog. Nebenauges der Cladoceren gewidmet sein. Der Plan war ursprünglich folgender: Es sollten vergleichend-anatomische Studien an verschiedenen Formen wie Daphnia, Simocephalus, Monospilus u. a. angestellt werden. Um nun außer den extremen Typen (hinsichtlich des Nebenauges) möglichst viele andere zur Beurteilung dieses so viel besprochenen Organs heranziehen zu können, weilte ich studienhalber ca. 6 Wochen in Hirschberg i. B., von wo ich denn auch ein reiches Material mitbrachte. Bei den nun folgenden Untersuchungen im Zoologischen Institut der Universität Leipzig stellten sich zunächst sehr störende Momente technischer Natur ein. Auf den ersten Schnittserien war das Nebenauge dauernd ausgesprungen. Schließlich erhielt ich aber doch brauchbare Schnitte, wenigstens von Daphnia magna; denn hier ist entsprechend der Größe des Tieres auch das Nebenauge räumlich gut entwickelt, während bei den äußerst kleinen Formen wie Monospilus (ich hatte nur wenige zur Verfügung) keine brauchbaren Schnitte erzielt wurden. Indem ich nunmehr mein ganzes Bemühen darauf richtete, von Daphnia magna möglichst viele und gute Schnitte zum Vergleiche zu erhalten, kam mir an der Hand vortrefflicher lückenloser Schnittserien der Gedanke, tunlichst das ganze Tier auszunützen. So lasse ich denn im folgenden die Ergebnisse, zu denen ich im Verlaufe von fast 3 Jahren gekommen bin, organologisch geordnet folgen. Leider kann ich aus äußeren Gründen nicht alles bringen, was ursprünglich beabsichtigt war. Ich gedenke, dies später einmal nachtragen zu können.

An dieser Stelle möchte ich aber nicht unterlassen, denen meinen Dank abzustatten, die meine Arbeit in irgend einer Weise fördern halfen. Ganz besonders fühle ich mich den Herren Geheimrat Chun und Professor Woltereck zu innigem Danke verbunden. Ebenso zu großem Danke verpflichtet halte ich mich Herrn Dr. V. H. Langhans (Prag), der mich in liebenswürdigster Weise in die Kenntnis der artenreichen Cladocerenfauna einführte.

## Material und Technik.

Das Material, welches mir zur Verfügung stand, stammte größtenteils aus Hirschberg i. B., während die zur definitiven Bearbeitung gekommene Daphnia magna der Leipziger Gegend entnommen ist. Monospilus erhielt ich aus Berlin (Paarsteiner See) durch gütige Vermittlung von Dr. F. E. Rühe.

Konservierung: Konserviert wurde mit 1. Formol, 2. Formol-Alkohol-Essigsäure, 3. konzentriertem Sublimat (heiß), 4. konzentriertem Sublimat + 5 proz. Essigsäure, 5. starker oder schwacher Flemmingscher Lösung, 6. absolutem Alkohol. 1., 2. und 5. gaben meist sehr minderwertige Resultate, ganz besonders 5. Ausgezeichnet dagegen waren 3. und 6. Die Kombination unter 4. erwies sich nicht so vorteilhaft wie 3. Konzentriertes Sublimat hat nur den Nachteil, daß man eventuell mit Jodlösung ausziehen muß, während absoluter Alkohol das allereinfachste Verfahren darstellt, weil man direkt zu Benzol übergehen kann.

Was die Verwendung von Nelkenöl-Kollodium anbelangt, so kann ich sie für derartige zarte Organismen, wie es Cladoceren sind, nur empfehlen. Abgesehen von der Möglichkeit, ganz kleine Objekte damit gut orientieren zu können, bietet diese Mischung den Vorteil, dem ganzen Organismus eine gewisse Geschmeidigkeit zu verleihen, die beim Schneiden chitinisierter Teile sehr zustatten kommt. Die Anwendung von Seifenspiritus erwies sich hierbei als nicht brauchbar. Offenbar eignet er sich mehr für stärker chitinisierte Teile, wie z. B. bei Coleopteren.

Ich rekapituliere in Kürze die beste Methode: 1. Konservieren mit Sublimat (heiß) oder absolutem Alkohol, 2. 100 proz. Alkohol + Nelkenöl (allmählich zusetzen) (1 Tag), 3. reines Nelkenöl (1 Tag), 4. Nelkenöl + Kollodium 1:1 (1 Tag), 5. Nelkenöl + Kollodium 1:2 (1 Tag), 6. Orientieren auf Glasschnitten und in Xylol oder Chloroform (1 Tag), 7. Einbetten in Paraffin.

Schneiden: Es wurden möglichst viel Schnittserien hergestellt, und zwar als Längsschnitte (sagittal), Horizontalschnitte (frontal) und Querschnitte (transversal). Die Dicke der Schnitte betrug fast stets 5 $\mu$. Nur für Rekonstruktionszwecke habe ich 10 $\mu$-Serien angefertigt.

Färbung: Im allgemeinen habe ich einfache Färbung (Heidenhain oder Hämalaun) bevorzugt. Doppelfärbung versuchte ich mit Hämatoxylin Ehrlich und Kongorot.

Anmerkung zu Heidenhain: 1 Tag Beize — 1 Tag Heidenhain — nach Differenzieren 2 Tage gewässert.

Zur Entpigmentierung benutzte ich ein Gemisch von 70 proz. Alkohol (100 Teile), Glyzerin (50 Teile) und 6 proz. Salpetersäure (9 Teile).

Zur Vitalfärbung verwandte ich Neutralrot, Methylenblau und Alizarin, letzteres ohne jedes Ergebnis.

Das Wachsmodell wurde nach einer vollständigen Serie von Frontalschnitten (10 $\mu$) angefertigt nach der von Strasser-Born angegebenen Methode. Die zeichnerische Darstellung unter Zuhilfenahme photographischer Aufnahmen ausgeführt.

Es erübrigt sich noch, am Schlusse dieses Kapitels darauf hinzuweisen, daß es schwierig ist, für die Mikrotomtechnik allgemein gültige Regeln aufzustellen. Die Verschiedenheit der Tiere im besonderen und äußere Ursachen können bei Herstellung möglichst dünner Schnitte sehr ins Gewicht fallen.

## Das Nebenauge.

**Literatur**: Schäffer 1755. — O. F. Müller 1785. — H. E. Straus 1819/20. — Schödler 1846. — Zenker 1851. — Leydig 1860. — Bronn-Gerstäcker 1866—79. — Weismann 1874. — Claus 1876. — Grobben 1879. — Claus 1891. — Samassa 1891. — Lilljeborg 1900. — Hesse 1901/02. — Cunnington 1903. — Fischel 1908. — Zograf (?).

Synonyma: Das Nebenauge der Cladoceren hat in der Literatur folgende Bezeichnungen:

schwarzer Punkt,
schwarzer Fleck,
Augenfleck,
Pigmentfleck,
schwarzer Gehirnfleck,
unbeweglicher schwarzer Fleck,
Augenpunkt,
einfaches Auge,
Stirnauge,
Naupliusauge,
Medianauge,
unpaares Auge,
Ocellus,
Urauge.

Historisches: Aus den mannigfachen Ausdrücken, deren sich die Autoren für das Nebenauge bedienen, dürfte schon ersichtlich sein, welche vielfache Untersuchung jenes Organ erfahren hat. Eins fällt dabei auf, nämlich die überwiegende Bezeichnung als Auge. Lassen wir nun im folgenden die Autoren, die sich nebenbei oder im speziellen damit befaßt haben, kurz Revue passieren.

Von den ältesten Arbeiten, die uns von der ersten Bekanntschaft mit den „Wasserflöhen" berichten, sind die von Swammerdam (33) und Redi (24) zu nennen. Aber keiner von beiden hat des Nebenauges Erwähnung getan oder wenigstens in Abbildungen darauf hingewiesen. Die ersten Angaben über das Nebenauge finden wir erst bei Schäffer (28) in seinen „geschwänzten und ungeschwänzten zackigen Wasserflöhen" vom Jahre 1755. Er bildet dasselbe sowohl auf seinen bunten Tafeln mit ab, als auch sucht er bereits nach einer Deutung des „schwarzen und beständigen Fleckens", wie er sich ausdrückt. Er vermutet eine Art kleiner Augen vor sich zu haben, wie sie an Erdinsekten bekannt seien. Genau 30 Jahre später trat O. F. Müller (22) mit seinem bekannten Werk „Entomostraka seu insecta testacea" an die Öffentlichkeit. Er muß als derjenige Beobachter gelten, der dieses bisher kaum gekannte Gebilde eingehender studiert. Wie ich gleich bemerken möchte, hat er es in bestimmterer Weise als Schäffer als Sehorgan gedeutet. Auf seinen Abbildungen ist das Nebenauge natürlich nur durch einen Punkt angedeutet. Auffällig erscheint es allerdings, daß er gerade bei seiner Daphnia pennata (heute pulex) und Daphnia sima (heute Simocephalus) keines mit einzeichnet, da diese Tiere doch besondere Größe besitzen. Um das Jahr 1820 tritt H. E. Straus (32) mit einer größeren Abhandlung, betitelt „Mémoire sur les Daphnia, de la classe des crustacés" auf den Plan. Er glaubt, die Deutung des Nebenauges (le point noir) als Gesichtsorgan widerlegen zu müssen. Desgleichen gelangten Jurine[1]) und etwas später Baird[1]) in ihren Untersuchungen übereinstimmend zu der Überzeugung, daß jenes dunkle Körperchen (la tache noire immobile und the black spot) kein Auge sein könne, ohne jedoch ermitteln zu können, welche andere Funktion ihm zuzusprechen sei.

1846 erschien von Schödler (30) die Abhandlung: „Über Acanthocercus rigidus." Er schreibt über das Nebenauge u. a. folgendes: „Den Sinnesorganen ist ohne Zweifel der unbewegliche schwarze Fleck zuzuzählen." Aber merkwürdigerweise glaubt

1) Nach Schödler 1846.

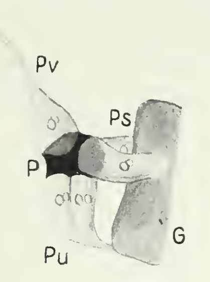
er aus dessen Strukturverhältnissen und seiner Lage auf ein Gehörorgan schließen zu dürfen. Schon etwas eingehender behandelt ZENKER (36) in seinen „Physiologischen Bemerkungen über die Daphniden" den „rätselhaften schwarzen Fleck", wie es bei ihm heißt. Er bemerkt zunächst ganz richtig den Mangel an Kristalllinsen; hebt hervor, daß das Nebenauge unmittelbar auf dem Gehirn sitzt oder wenigstens überall nur durch einen sehr kurzen Nerven von diesem getrennt sei. Bei erwachsenen Tieren hält Verfasser das Organ für funktionslos, dagegen läßt er diese Frage beim Embryo offen, fügt aber ergänzend hinzu, daß es hier schon lange vor Bildung der Augen entstanden sein muß. In seiner berühmten „Naturgeschichte der Daphniden" äußert LEYDIG (19) wörtlich folgendes über das Nebenauge: „Der fragliche schwarze Fleck liegt immer einem eigenen Fortsatz des Gehirns auf, welcher unpaar ist und von jener die beiden Hirnlappen trennenden Furche abgeht." Das Nebenauge als solches hält er für rudimentär. Die Anwesenheit von Kristallkegeln ist ihm feststehende Tatsache. Im übrigen stellt er den Gehirnfleck mit den Nebenaugen der Insekten in eine Linie. In den „Klassen und Ordnungen des Tierreiches" von BRONN-GERSTÄCKER (1) findet man unter der Abteilung Arthropoden (S. 913) folgende Notizen: „In der großen Mehrzahl der Fälle ist jedoch auch in dieser Familie (Cladoceren) das Stirnauge kein eigentliches Gesichtsorgan mehr, sondern auf eine Pigmentanhäufung beschränkt, welche einer besonderen Abschnürung des Gehirnganglions aufsitzt. Seine morphologische Bedeutung als Auge ist jedoch bei den Cladoceren um so weniger zweifelhaft, als in vereinzelten Fällen sich wirklich noch lichtbrechende Körper in der Pigmentanhäufung nachweisen lassen." Von WEISMANN (34) möchte ich aus seiner vortrefflichen Arbeit über Leptodora nur eine kleine Bemerkung hier mit einflechten. Er erwähnt, daß bei der Frühlingsgeneration (von Leptodora) das Naupliusauge mit in das ausgewachsene Tier herübergenommen wird. Für CLAUS (3) steht ebenfalls die Anwesenheit von Linsen im Nebenauge fest, was man am bestimmtesten bei jungen Tieren konstatieren könne. Von GROBBEN (10) will ich nur die Angabe herausgreifen, daß bei Moina rectirostris das Nebenauge zeitlebens vorkommt, aber nur in rudimentärem Zustande. Um rein historisch vorzugehen, muß ich an dieser Stelle nochmals CLAUS (4 u. 5) zitieren und zwar handelt es sich hier um seine eigentlichen Augenarbeiten (1891). Auf seinen Tafeln bringt er unter anderem eine Sagittal- und eine Querschnittsansicht des Medianauges von Daphnia pulex. Er zeichnet

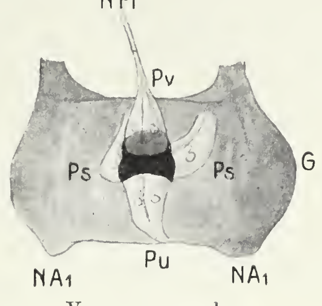
einen vorderen Augenbecher mit dem sog. Frontalorgan und zwei seitliche, aber wohlgemerkt unten am Gehirn und oben, — was ich gleich hier vorausschicken möchte — wo in Wirklichkeit die beiden seitlichen Becher innerviert werden, bildet er einen stielförmigen medianen Zapfen ab! Allein er selbst erkannte seinen Irrtum, indem er in seiner zweiten Abhandlung desselben Jahres („Über den feineren Bau des Medianauges der Crustaceen") ausdrücklich seine erste Beschreibung zurückzieht und eine im allgemeinen gültige abgibt. Betonen möchte ich allerdings, daß er auch hier nur drei Augenbecher aufzählt. Seiner Funktion nach glaubt er das Medianauge für ein Richtungsauge ansprechen zu müssen, im übrigen hält er es bei Cladoceren für ein rückgebildetes Organ. Für Sida crystallina und Simocephalus macht Samassa (27) einige Angaben: Bei Sida liegt das Nebenauge als ovaler Pigmentfleck der Punktsubstanz des Gehirns auf. Simocephalus zeigt eigentümliche Verhältnisse. Es geht von der Mitte des Gehirns ein schmaler Streifen vom Pigment aus, der schließlich zu einem kolbenförmigen Gebilde anschwillt, welchem zwei Kristallkörper eingelagert sind. Lilljeborg (20) sagt in seiner systematischen Einteilung unter Daphnia magna nur, daß der Augenfleck sehr klein sei.

Wohl die eingehendsten Untersuchungen über diese unscheinbaren Augengebilde hat Hesse (13, 14, 15) in seinen systematisch gehaltenen Abhandlungen angestellt. Ich werde weiter unten noch des öfteren auf ihn zurückkommen; will hier nur einen kurzen Auszug geben. In der Anordnung der Elemente konstatiert er Übereinstimmung mit den Augen der Tricladen (Strudelwürmer). Er selbst hat Studien an Copepoden (Eucalanus, Calanus) und an Branchipus angestellt und zwar hinsichtlich der lichtrezipierenden Teile. Sein Ergebnis ist, Stiftchensäume nachgewiesen zu haben. Nach Hesse ist das Medianauge nichts anderes als das beim erwachsenen Tier oft fortbestehende Auge des Nauplius, das eine Erbschaft von wahrscheinlich plathelminthenartigen Vorfahren darstellt.

Was Cunnington (7) in seinen „Studien an einer Daphnide (Simocephalus)" über das Nebenauge berichtet, ist ziemlich identisch mit den Befunden Samassas; jedoch konstatiert er unten an der Anschwellung des Auges auch eine Verbreiterung der Nerven in vier Zellen mit deutlichen Nuclei, was ich besonders betonen möchte. Seitliche Nerven vermutet er allerdings nur. Funktionsfähigkeit spricht er dem Organ für erwachsene Tiere ab. Schließ-

lich seien noch einige Notizen FISCHELS (9) hinzugefügt. Er unterscheidet am Nebenauge eine zentrale Partie (Pigment) und eine peripherische, Ganglienzellen führende Zone. In letzterer unterscheidet sich nach ihm die Granulierung wesentlich von jener des zentralen Nervensystems. Sie besteht aus einigen wenigen, aber großen Granulis, die sich in der Nähe des Pigmentes befinden.



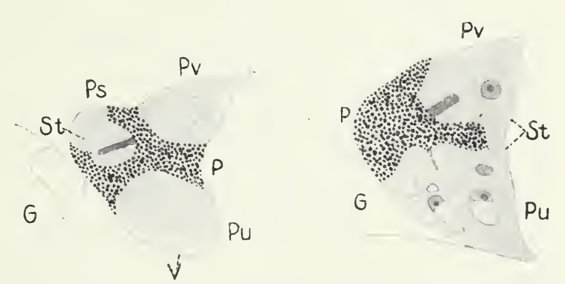




Von der Seite gesehen. Von vorn gesehen.

Textfig. 1 und 2. Das Nebenauge plastisch dargestellt.

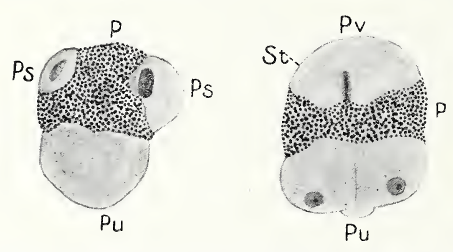
Soviel über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen.

Eigene Befunde: Wenn man das Nebenauge einer Daphnia magna durch das Mikroskop betrachtet, so weist es schon bei schwächerer Vergrößerung jene Gestalt auf, die CLAUS als dreilappiges oder kleeblattförmiges Gebilde zu bezeichnen pflegt (Textfig. 1). Wir können daran einen vorderen, seitlichen und unteren „Lappen" unterscheiden. CLAUS hat nun richtig erkannt, daß der seitliche Lappen doppelt vorhanden ist. Allein während er den vorderen und die beiden seitlichen als Augenbecher bezeichnet, ist ihm die wahre Natur des unteren Lappens völlig entgangen. Er benennt ihn als sog. stielförmigen medianen Zapfen. Zur besseren Orientierung für die nun folgenden Schnittbilder verweise ich auf Textfig. 1 und 2, welche das Nebenauge in Profil- und Frontalansicht (schematisch) darstellen. Wir betrachten zunächst Sagittalschnitte (Textfig. 3 und 4). Man kann hieraus




Textfig. 3 und 4. Das Nebenauge in Sagittalschnitt. Leitz Ok. 3, Obj. 7.

schon erkennen, daß jener untere Zapfen seinem allgemeinen Habitus nach sich nicht wesentlich von den übrigen unterscheidet. Er bildet, wie ich gleich vorausschicken möchte, ebenfalls einen Augenbecher. Mit anderen Worten: das Nebenauge der Daphnia besteht aus vier Augenbechern. Um Mißverständnisse auszuschließen, möchte ich bemerken, daß ich im folgenden unter „Becher" nur das Pigment verstanden wissen will, während CLAUS den ganzen „Lappen", d. h. Pigment + Sinneszellen damit bezeichnet. Zu weiterem Verständnis möchte ich ferner auf die übrigen Figuren verweisen. Textfig. 5 und 6 stellen Frontalschnitte dar, Textfig. 7—9 Transversalschnitte. Wie aus den schematischen Rekonstruktionsbildern (Textfig. 1 und 2) ersichtlich ist, legen sich die vier Augenbecher mit ihren Konvexseiten aneinander und zwar völlig dicht geschlossen, wie auf entsprechenden Schnitten ersichtlich ist. Diese Becher sind es, welche den eigentlichen Pigmentfleck darstellen und demnach das markanteste an den meisten Nebenaugen sind. Über die Histologie des Pigmentes kann ich leider nichts berichten, so daß es dahingestellt bleiben muß, ob es in besonderen Pigmentzellen gelegen ist oder ob es eine Ausscheidung der Sinneszellen repräsentiert.

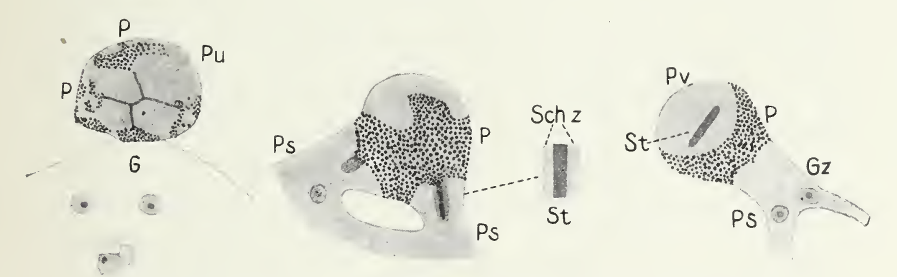



Textfig. 5 und 6. Das Nebenauge in Frontalschnitt. Leitz Ok. 3, Obj. 7.

In diese Becher nun ragen von außen her Sinneszellen hinein und lagern dem Pigment auf, etwa in der Art wie eine Eichel in ihrem Becher steckt. Einen derartigen Augenbecher, bei welchem Sinneszellen von außen her herantreten, nennen wir aber einen invertierten Pigmentbecherocell. Wir können also vorläufig das Nebenauge einer Daphnia definieren als einen Komplex von vier invertierten Pigmentbecherocellen. Diese Sinneszellen sind es, welche unser Interesse besonders beanspruchen. Denn sie gestatten uns erst, ein Kriterium für den Grad der optischen Wirksamkeit des Nebenauges.

Was zunächst ihre Anzahl anbelangt, so ist darüber nirgends etwas Genaues mitgeteilt. Aus zahlreichen Schnitten habe ich ermitteln können, daß die Anzahl der Sinneszellen immer konstant ist und daß sie folgendermaßen verteilt sind: Die lateralen Augen-

becher nehmen je zwei Sinneszellen auf, wie dies Textfig. 8 und 9 deutlich erkennen läßt; der vordere desgleichen: Andeutung Textfig. 6; außerdem leicht an der Zweiteiligkeit des Frontalorganes und seiner zugehörigen Nerven zu beweisen (Textfig. 13). Der untere Becher aber enthält vier Sinneszellen, wies dies sehr gut Textfig. 7 veranschaulicht. Die Anzahl der Augenbechersinneszellen läßt sich auch mit Hilfe der Vitalfärbung kontrollieren. Wie schon FISCHEL gezeigt hat, treten bei Anwendung der Neutralrotfärbung die Kerne sehr deutlich hervor. Auf einzelnen Schnitten treten in mehr oder weniger auffälliger Weise an der Berührungsfläche benachbarter Sinneszellen besonders dunkel gefärbte Streifen (*St* in den Figuren) auf. Mit Immersion (Zeiss, Comp. Ok. 18, Apochr. 2 mm) konnte ich feine Querstrichelung (senkrecht zur Längenausdehnung) wahrnehmen. Ich habe alle derartigen Stellen so eingehend als möglich untersucht. In diesen Gebilden glaube

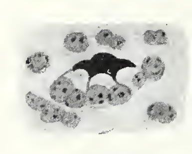


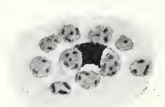

Textfig. 7, 8 und 9. Das Nebenauge in Transversalschnitt. Leitz Ok. 3, Obj. 7.

ich zuversichtlich jene entdeckt zu haben, welche HESSE in seinen zahlreichen Untersuchungen bei anderen niederen Tieren als Stiftchensäume beschreibt. Ich erkläre ausdrücklich, nicht immer die feinen Neurofibrillenenden gesehen zu haben — nach HESSE sind die Stiftchen nichts anderes als besonders differenzierte Neurofibrillenenden —, wohl aber war stets der gesamte Saum als solcher intensiver gefärbt als die eintretenden Neurofibrillen. Ferner konnte ich auf einem Schnitt sehr deutlich zu beiden Längsseiten des Stiftchensaumes eine hellere Partie unterscheiden (Textfig. 8). Ich vermute unter dieser hellen Zone jenen Teil der Neurofibrillen, den HESSE als Schaltzone bezeichnet. Soviel steht also fest für das Nebenauge: Ein optischer Apparat ist nachweislich ausgebildet, so daß der Schluß gerechtfertigt erscheint, daß das Nebenauge wenigstens bei Daphnia noch funktionsfähig ist. In-

wieweit, das ist eine andere Frage. Der Augen anderer Cladoceren werde ich weiter unten noch gedenken.

Unsere histologischen Befunde sind aber damit noch nicht erschöpft, vielmehr möchte ich eines Umstandes gedenken, den ich hier nicht unerwähnt lassen kann. Mit Ausnahme von Schödler, der, wie bereits oben angeführt, das Nebenauge für ein Gehörorgan anspricht, sind sich alle anderen Autoren darüber einig, es mit einem Sehorgan zu tun zu haben. Aber in einem Punkt weichen sie sehr voneinander ab, dies ist in der Frage der Kristallinsen. Ich behaupte, daß weder diejenigen vollständig recht haben, welche solche anführen, noch jene, welche das Vorhandensein lichtbrechender Elemente ohne weiteres leugnen. Kristallinsen oder gar Kristallkegel, wie sie dem zusammengesetzten Auge zukommen, finden sich hier meiner Ansicht nach überhaupt nicht. Jedoch fallen einem, wenn man lebendes Material daraufhin untersucht, bisweilen sehr deutlich helle, lichtbrechende Stellen auf; ganz besonders bei noch jungen Exemplaren, solange das Pigment noch einen bräunlichen Ton aufweist. Recht klar treten dann diese Stellen hervor, wenn man beim Mikroskopieren stark abblendet. Bisweilen schimmern sie nur durch das Pigment, öfters aber treten sie am Rande desselben kuppenförmig hervor. Auf Schnitten habe ich dergleichen nicht finden können, bin aber überzeugt, daß hier doch ein weiteres optisches Hilfsmittel vorliegt, eben ein lichtbrechendes Medium, das vielleicht von einer Sekretmasse gebildet sein könnte (ähnlich den pseudoconen Augen). Hervorheben will ich schließlich das Auftreten von Vakuolen innerhalb der Sinneszellen. Bei dem einen Tier sind sie zahlreicher als bei dem anderen. Über die Vakuolen selbst wüßte ich nichts Nennenswertes hinzuzufügen. Ich glaube in ihrem Auftreten Anzeichen für eine Rückbildung des Nebenauges zu sehen und werde darauf nochmals zu sprechen kommen.





Textfig. 10. Das Nebenauge eines Embryo in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten. Leitz Ok. 5, Obj. 8.

Daß das Nebenauge schon bei Embryonen sehr gut entwickelt ist, soll Textfig. 10 zeigen. Es sind hier zwei aufeinander folgende Schnitte wiedergegeben, welche durch den Kopf des Embryo genau frontal gehen. Man sieht ausgezeichnet den unteren und die beiden seitlichen Becher. Ringsherum liegen die Ganglienzellen des Gehirns.

Ganz merkwürdige Verhältnisse zeigt das Nebenauge von Simocephalus vetulus. Es besteht aus einem sehr langen Pigmentstreifen, der unten gabelig geteilt ist. Leider kann ich zu seiner Erläuterung nichts hinzufügen, da ich keine geeigneten Schnitte erhielt. Ich kann hier nur auf die Arbeiten von SAMASSA (27) und CUNNINGTON (7) verweisen.

Als eine Art Abnormität des Daphniden-Nebenauges möchte ich die Fälle bezeichnen, wo das Pigment in stärkerer Ausbildung vorhanden ist und demgemäß auf die Sinneszellen, oft in schmalen Reihen, übergreift. Bisweilen zeigten diese Pigmentstreifen eine symmetrische Ausbildung.

Bevor ich dieses Kapitel beschließe, sei es mir gestattet, auf gewisse Beziehungen, die meines Erachtens zwischen der Ausbildung des zusammengesetzten Auges und des Nebenauges bestehen, hinzuweisen und sie kurz zu begründen. Ich gehe hierbei von der Ansicht aus, daß das Nebenauge das ursprünglichere Sehorgan ist. Demnach folgere ich, daß in dem Maße wie das zusammengesetzte Auge sich immer mehr differenziert, das Nebenauge in seiner funktionellen Ausbildung weiter reduziert wird. Bekanntlich ist Monospilus jene einzige von allen Cladoceren, die nur das Nebenauge besitzt. Ich habe davon Schnittserien angefertigt und gefunden, daß der Bau dieses Nebenauges morphologisch sich in nichts von dem von Daphnia magna unterscheidet. Es sind vier typische Pigmentbecher vorhanden, die ich in ihrer Anzahl auch bei anderen Arten konstant fand. Lichtbrechende Körperchen und Andeutung von Stiftchensäumen waren nachweisbar, bei der Kleinheit der Objekte natürlich nicht mit der Deutlichkeit zu erkennen wie bei Daphnia magna. Allein Vakuolen fehlen vollständig. Ich bin deshalb zu der Ansicht gekommen, daß das Nebenauge bei Monospilus noch vollständig gebrauchsfähig ist. Dies muß ja auch aus dem Mangel eines Hauptauges gefolgert werden.

An zweiter Stelle seien alle übrigen Lynceiden genannt, da bei diesen bekanntlich Nebenauge und Hauptauge nebeneinander bestehen und zwar, was für diese Familie charakteristisch ist, beide annähernd von gleicher Größe. Hier habe ich auf Schnitten von Eurycercus und Chydorus wenigstens den typischen Bau des Nebenauges wiederfinden können. Das Hauptauge zeigt nur wenige Kristallkegel, was ich besonders hervorheben möchte. Dieses Nebeneinander von Sehorganen, welchen sowohl verschiedene Einrichtung wie Leistung sicherlich zukommt, kann nach HESSE im allgemeinen historisch oder funktionell begründet sein. Ich

vermute, daß in diesem Falle beide Gesichtspunkte in gleichem Maße dabei zu berücksichtigen sind.

Bei den Daphniden nun konstatieren wir, daß im wesentlichen das optische Vermögen auf dem Komplexauge beruht. Hier finden wir eine stattlichere Zahl von Kristallkegeln vor, und zwar in jeder Hälfte des Doppelauges von Daphnia elf (Woltereck 1913). Das Nebenauge weist zwar hinsichtlich der Pigmentbecher die typische Anordnung auf, wie ich mich an Schnittpräparaten von Daphnia, Simocephalus exspinosus, Scapholeberis und Ceriodaphnia überzeugen konnte, allein, wie des ausführlicheren schon oben unter Daphnia magna berichtet, zeigen sich starke Reduktionen (Vakuolen). Noch rückgebildeter ist das Nebenauge bei den Sididen. Bei Sida, welche ich daraufhin untersuchte, konstatieren wir, daß die Pigmentbecher verschwunden sind und mit ihnen mehr oder weniger die Sinneszellen. Das Pigmentkörperchen — denn ein solches ist hier das Nebenauge — ruht in der vorderen Partie des Gehirns, also nicht mehr außerhalb des Gehirns. Dagegen ist das Hauptauge in zahlreiche Einzelaugen gegliedert. Das gleiche gilt für das schöne Kugelauge von Leptodora. Hier ist außerdem das Nebenauge völlig rückgebildet. Gleichsam wie eine Erinnerung aus alten Zeiten taucht bei diesem Genus alljährlich einmal und zwar im Frühling, wie Weismann (34) angibt, ein schwarzer, unscheinbarer Pigmentfleck an der vorderen Gehirnpartie des Nauplius, der aus dem Dauerei ausschlüpft, auf. Dagegen gänzlich geschwunden[1]) ist das Nebenauge bei den Polyphemiden und hier sehen wir die Ausgestaltung des Hauptauges zu noch größerer Leistungsfähigkeit vorgeschritten. Man kann bei den Polyphemiden nach Chun und Miltz (21)[2]) im Hauptauge zwei Teile deutlich gesondert finden. Chun bezeichnet sie als Frontauge und Ventralauge.

Ich hoffe, aus dem soeben Geschilderten dargetan zu haben, daß eine Beziehung zwischen den beiden Sehorganen innerhalb der Cladoceren sicher besteht. Eine Erklärung für die verschiedene Ausbildungsweise beider Sehorgane scheint mir allerdings nicht ohne weiteres möglich, doch sind diese Verhältnisse gewiß einer besonderen Untersuchung wert. Ich nehme an, daß die Rückbildung des Nebenauges und die gleichzeitige Weiterentwicklung des Haupt-

1) Ich gehe hier nicht auf die Rückbildung des Nebenauges innerhalb der Gattung Daphnia („Hyalodaphnia") ein, weil diese Verhältnisse von anderer Seite zur Zeit näher untersucht werden.

2) Zuerst von Chun (Atlantis p. 253) nachgewiesen.

auges parallel läuft der Emanzipation der Daphniden vom Litoral und der Eroberung des freien Wassers. Die Lynceiden sind ausgesprochene Schlamm- bzw. Uferbewohner (Haupt- und Nebenauge fast gleich groß), innerhalb der Familie der Daphniden finden wir sowohl litorale als pelagische Formen, während die ausgesprochen limnetischen, räuberischen Polyphemiden und Leptodoriden ein sehr kompliziertes zusammengesetztes Hauptauge und gar kein Nebenauge aufweisen.

Im Anschluß daran wollen wir sogleich das

**zusammengesetzte Auge**

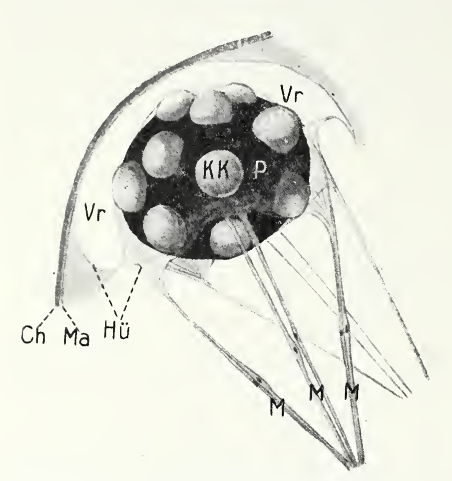
einer kurzen Besprechung unterziehen.

**Literatur:** SCHÖDLER 1846. — CLAUS 1876. — GROBBEN 1879. — SAMASSA 1891. — MILTZ 1899. — WOLTERECK 1913.

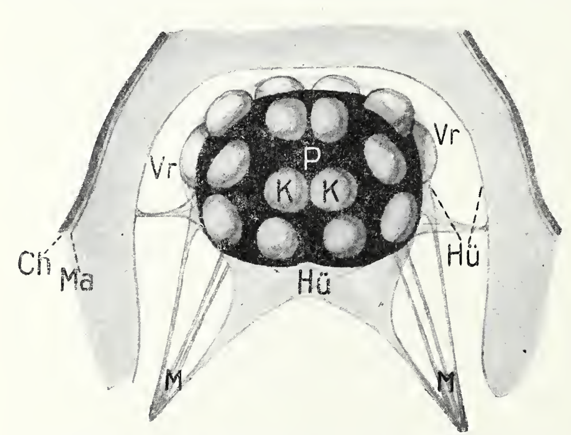
Was mich veranlaßt, auf dieses schon soviel besprochene Facettenauge hier mit einzugehen, ist die Unklarheit, die noch immer betreffs der Hülle des Auges herrscht. Bei dieser Gelegenheit mußte ich jedoch auch die Augenmuskeln mit in diese Betrachtung hereinziehen, einerseits, weil diese in inniger Beziehung zu der Hülle stehen und andererseits, weil deren Wirkungsweise meines Wissens ebenfalls noch nicht richtig erläutert ist. Betrachtet man am lebenden Tier das große Komplexauge eingehender, so wird man finden, daß das Auge in einer förmlichen Kapsel hin- und herrollt. Auf welche Weise die leichte Beweglichkeit des Auges erst ermöglicht wird, will ich im folgenden genauer ausführen. Der eigentliche Augenkörper ist von einer zarten Membran umgeben, die, soweit ich aus Schnitten ersehen konnte, aus einer homogenen Bindesubstanz besteht, und die im Äquator des Augapfels in eine zweite Membran übergeht, mit deren Hilfe das Auge an der Hypodermis des Kopfes allseitig aufgehängt ist. Es entsteht dadurch vor dem Auge eine Art Vorraum. Ebenfalls im Äquator des Auges setzen die okulomotorischen Muskeln an. Wir müssen uns zu weiterem Verständnis über die Muskulatur im besonderen orientieren. Es sind im ganzen sechs Muskeln vorhanden, auf jeder Seite drei (Textfig. 11, 12). Jeder Muskel zerfällt in der Regel in zwei Muskelfasern. Man unterscheidet auf jeder Seite, nach der von WOLTERECK angenommenen Bezeichnungsweise, einen Musculus depressor (vorn unten), einen Musculus lateralis [1])

1) Bisweilen konnte ich drei Muskelfasern mit Sicherheit zählen.

(in der Mitte) und einen Musculus levator (hinten oben). Die Bewegung des Auges stellt sich nun folgendermaßen dar. Kontrahieren sich die zwei Musculi depressores, so führt das Auge eine Bewegung nach vorn zu aus, wirken die zwei Musculi levatores darnach als Antagonisten, so erfolgt eine Bewegung nach hinten. Die zwei laterales stehen ebenfalls in Wechselwirkung, indem sie eine Drehung des Auges nach links oder rechts bewirken. Schließlich kann noch eine schräge Bewegungsweise Platz greifen, indem sowohl der eine linke Musculus depressor mit dem rechten levator alterniert, als auch der rechte depressor mit dem linken levator. Die beiden laterales sind im allgemeinen zarter gebaut als die übrigen Muskeln. Daß nicht, wie beim Auge des Menschen, die Auf- und Abwärtsbewegung durch ein Antagonistenpaar, sondern durch die kombinierte Wirkung zweier Obliquipaare zustande kommt, scheint mir besonders wichtig zu sein. Das Rollen und „Zittern“ des Auges kann bei der Anordnung der Muskeln, wie sie Daphnia besitzt, viel leichter und schneller erfolgen, überhaupt wird dadurch eine viel freiere Bewegung erzielt. Alle Muskeln zeigen auf Schnitten deutliche Querstreifung. Was übrigens das andere Ende der Muskeln anbelangt, so verlaufen sie vom Auge




Textfig. 11. Das zusammengesetzte Auge in Seitenansicht.




Textfig. 12. Das zusammengesetzte Auge von oben gesehen.

her jederseits konvergierend schräg nach hinten und unten und inserieren hier an der Schale, indem sie, wie aus Schnittpräparaten hervorgeht, sich bis in die Matrixschicht fortsetzen. Kurz vor dieser Anheftungsstelle zieht der Muskel der Oberlippe unter ihnen fast rechtwinkelig hinweg. Bei noch tieferer Einstellung des Mikroskopes sieht man als breites, aber zartes Band die Nervatur der sog. Nackensinnesorgane.

Bekanntlich hat Miltz (21) in seiner trefflichen Polyphemidenarbeit am Auge von Polyphemus folgende Abschnitte unterscheiden können. Er nennt den den Vorraum nach außen begrenzenden Teil äußere Hülle, welchem die Cornea des Auges als innere gegenüberliegt. An der äußeren Hülle unterscheidet er aber wieder eine äußere und innere Schicht und zwar beide aus Cuticula (Chitinlamelle) und Hypodermis (Matrixschicht) bestehend, dergestalt, daß nach Einwirkung von Reagentien sich die beiden sich sonst berührenden Matrixschichten trennen und nur noch durch sog. Konnektivfasern in Verbindung stehen sollen. Diese Darstellung von Miltz erscheint mir in jeder Hinsicht zutreffend, zumal er entwicklungsgeschichtliche Funde als Beweis hierfür beibringt. Um so mehr muß ich bedauern, diese Verhältnisse bei Daphnia magna nicht wieder gefunden zu haben. Ich halte es aber nicht für ausgeschlossen, daß auch bei Daphnia der Vorraum eine zarte Auskleidung von Chitin trägt, das allerdings äußerst dünn sein muß. Diese Annahme scheint mir um so gerechtfertigter, als nur eine möglichst dünne Schicht von Chitin sich so stark falten lassen kann. Denn bei jeder Bewegung des Auges treten am beweglichen Teil seiner Hülle gleichzeitig entsprechende Spannungen und Erschlaffungen auf.

Ich wiederhole also: Mit Sicherheit konnte ich demnach an der äußeren Hülle von Daphnia nur folgende Lagen von außen nach innen finden: Chitinlamelle (Cuticula), ihr eng anliegend die Matrixschicht (Hypodermis) und dann die Wandung des Vorraumes und dessen Lumen und schließlich die bindegewebige Hülle des Auges.

Textfig. 12 stellt die Ansicht von oben her dar. Auf dieser habe ich die Hülle nicht mit über das Pigment gezeichnet, wie auf der Profilansicht, um die Kristallkegel möglichst klar hervortreten zu lassen. Soviel über die beiden Sehorgane.

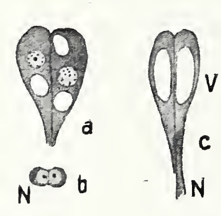
Wir wollen nunmehr versuchen, uns in Organe einen Einblick zu verschaffen, denen im allgemeinen bis jetzt eine sehr ver-

schiedene oder gar keine Deutung zuteil geworden ist. Ich meine die sog.

## Frontal- und Nackensinnesorgane.

**Literatur:** Bronn-Gerstäcker 1866—79. — Claus 1876. — Hérouard 1895. — Spencer 1902. — Cunnington 1903. — Fischel 1908. — Zograf (?).

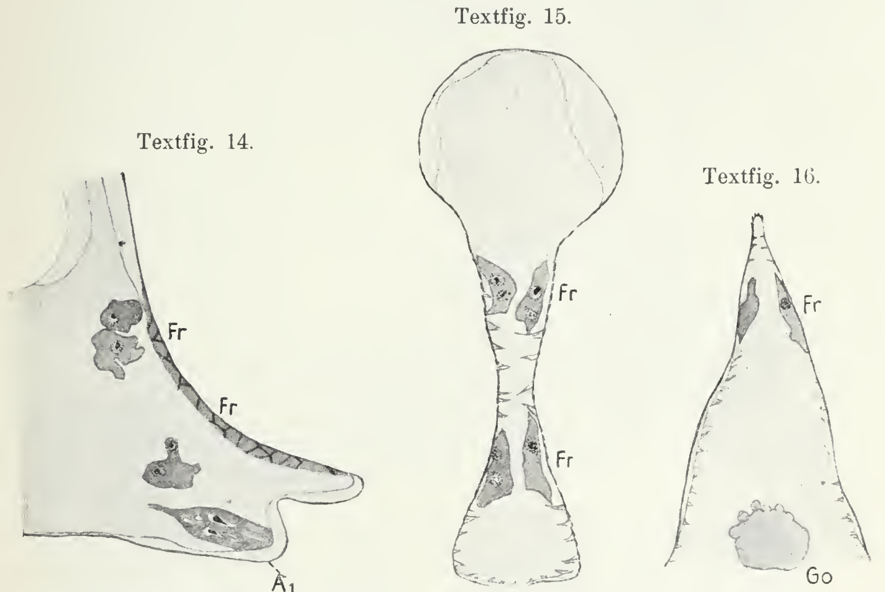
Historisches und eigene Befunde: Jenes Organ, welches bei vielen Cladoceren die Fortsetzung des vorderen Augenbechers bildet, hat man Frontalsinnesorgan genannt, wobei man aber den sicheren Beweis für die Richtigkeit dieser Bezeichnung schuldig blieb. Man folgerte dies offenbar daraus, daß es mit dem Nebenauge in Verbindung steht. Dieses Frontalorgan stellt ein äußerst zartes Gebilde dar. Es besteht aus einem Nerv, der bekanntlich am Nebenauge einmündet, und aus einer kolbenförmigen Anschwellung. Es gelang mir, diese Verdickung als aus zwei Zellen bestehend selbst noch auf Schnitten nachzuweisen. Worauf ich vorläufig hinweisen möchte, ist der Umstand, daß auf den meisten Abbildungen dieses Organs die beiden Zellen nicht nebeneinander, wie es in Wirklichkeit der Fall ist (Textfig. 13 *a*, *c*), sondern übereinander gezeichnet sind (Zograf, Claus). Daß auch der Nerv paarig ist, konnte ich auf Transversalschnitten bestätigt finden (Textfig. 13 *b*).



Textfig. 13. Das eigentliche Frontalorgan in Frontalschnitt (*a* und *c*). Leitz Ok. 3, Obj. 8, und Transversalschnitt (*b*). Leitz Ok. 5, Obj. 3.

Über die Physiologie will ich weiter unten berichten. Außer diesem in der Literatur schon mehrfach besprochenen Frontalorgan fand ich in der „Stirnregion" bei Daphnia magna mehrere kompakte Zellkomplexe, die stets gesetzmäßig angeordnet sind. Ich stelle sie dem eigentlichen Frontalorgan als Frontalorgane im weiteren Sinne gegenüber. Es lassen sich auf Frontalschnitten deutlich vier Gruppen unterscheiden (Textfig. 15), deren zwei Textfig. 14 im Profil zeigt. In Fig. 16 sind die beiden oberen in der Höhe des Ganglion opticum transversal getroffen. Im allgemeinen fand ich in jeder Gruppe zwei Kerne. Irgendwelche nervöse Verbindung konnte ich hier allerdings nicht nachweisen, aus Gründen, die ich weiter unten erörtern will, sind sie vorauszusetzen.

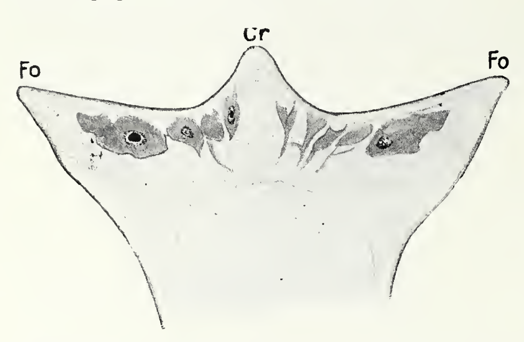
Nicht viel klarer sind die Mitteilungen über die sog. Nackensinnesorgane, die, was ihre Darstellung anbelangt, meines Wissens noch am besten von LEYDIG wiedergegeben sind. Sie sind zu beiden Seiten des Kopfes vorhanden. Ihre Nerven entspringen als starke Stränge zu beiden Seiten des Gehirns und zwar an seiner oberen Kante. Sie wenden sich zunächst zwischen Ganglion opticum und Augenmuskulatur hindurch schräg nach oben und hinten, ziehen dann in deutlichem Bogen um die Außenseite der Leberhörnchen



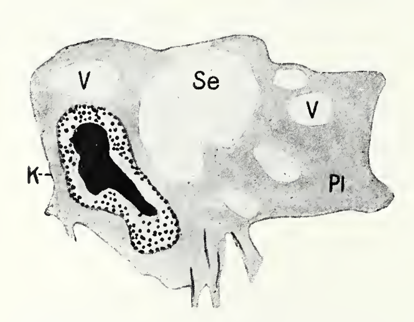

Textfig. 14. Frontalorgane im weiteren Sinne, sagittal geschnitten.
Textfig. 15. Frontalorgane im weiteren Sinne, frontal geschnitten.
Textfig. 16. Frontalorgane im weiteren Sinne, transversal geschnitten.
Leitz Ok. 5, Obj. 3.

und teilen sich nun von hier aus in vier Hauptäste, deren hinterster sich nochmals deutlich in kleinere Zweige auflöst. An ihren Enden tragen sie jene Zellkomplexe, auf die ich hier näher eingehen will. Zur genauen Orientierung bemerke ich noch, daß die Nackenorgane, wenn man von oben her auf den Kopf blickt, im allgemeinen zwischen dem ersten und zweiten Nebenkiel (s. hierzu Taf. XXIV, Fig. 6 *Pa* $Cr_1$ und $_2$) hinziehen. Über dem Auge stoßen sie dorsalwärts fast zusammen (Textfig. 17). Nach hinten zu enden die letzten Ausläufer etwa über der Mitte der Ruderantennenbasis.

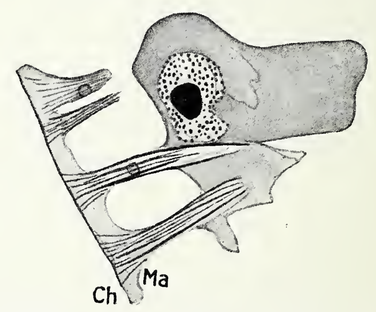
Wenn man die Nackenorgane zunächst am lebenden Tier betrachtet, so zeigen sich bei starkem Abblenden in den einzelnen Zellen stark lichtbrechende Kerne, wie dies auch Bronn-Gerstäcker angibt. Cunnington konstatierte außerdem, daß sich die Zellen gegen die Schale hin abplatten. Spencer glaubte in ihnen einen optischen Apparat gefunden zu haben, indem er einen dioptrischen Teil und in den Zellfortsätzen Stäbchen beschreibt. Doch schien mir diese Deutung von vornherein als ausgeschlossen. Trotzdem bezweifelte ich aber nicht, daß es schließlich doch Sinnesorgane sein könnten und zwar solche eines statischen Sinnes. Ich konnte aber weder an ihnen Sinneshärchen noch in der darübergelegenen Cuticula eine Differenzierung des Chitins beobachten. An der Hand von Schnitten sollte ich denn auch eines Besseren belehrt werden. Der allgemeine Charakter dieser Zellen läßt sich




Textfig. 17. Nackensinnesorgane im Frontalschnitt Leitz Ok. 5, Obj. 3.



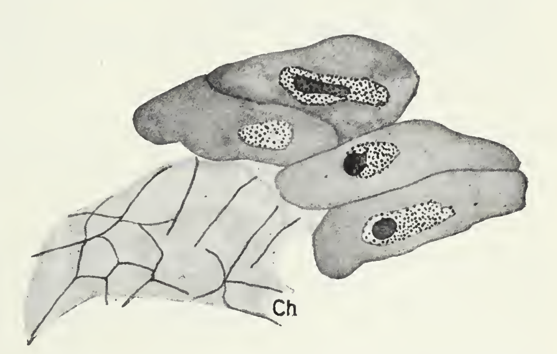

Textfig. 18. Einzelne Zelle der Nackensinnesorgane. Leitz Ok. 5, Obj. 8.




Textfig. 19. Einzelne Zelle der Nackenorgane mit Matrixzellen. Leitz Ok. 5, Obj. 6.

ungefähr folgendermaßen darstellen. Die Zelle selbst hat meist ein gelapptes, amöbenartiges Aussehen (Textfig. 18, 19). Bisweilen ist sie kompakt und in die Länge gezogen (Textfig. 20). Sehr auffällig tritt auf den Schnitten der Kern hervor, der seltener ganz rund, bisweilen sogar sehr lang oval ist (Textfig. 18, 20). Nächst

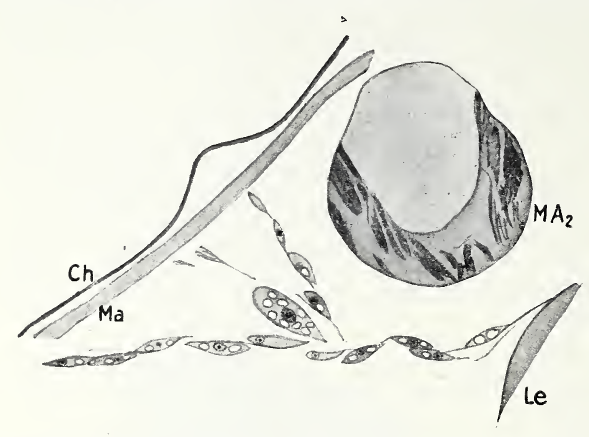
den Kernen sind es Vakuolen, die der Zelle ihr charakteristisches Gepräge verleihen. Bisweilen sah ich diese erfüllt mit einem Sekret (Textfig. 18), das hinsichtlich der Farbreaktion stark dem Chitin glich. Die Zellen liegen der Schale ziemlich dicht an und zwar derart, daß sich zwischen der Cuticula (der Chitinlamelle) und ihren Körper nur ein schmaler Saum der Hypodermis (der Matrixschicht des Chitins) einschiebt. Diese Matrixzellen sind stark abgeplattet und, was ich für sehr beachtenswert halte, mit den Nackenorganzellen durch mehrere Fortsätze verbunden (Textfig. 19). Gemäß dem ganzen Habitus dieser Zellen bin ich zu der Ansicht gelangt, daß es Drüsenzellen sind, deren Bestimmung es offenbar ist, die Matrixzellen bei Bedarf mit Sekret zu versorgen. Diese Drüsen stellen also vielleicht eine Art Reservoir dar, von dem aus Stoffe, welche für die Cuticulabildung von Bedeutung sind, in die Leibesflüssigkeit übertreten. Dieser Vorgang wird zumal vor jeder Häutung eintreten. Das gleiche hinsichtlich des physiologischen Verhaltens gilt auch von den obenerwähnten Frontalorganen im weiteren Sinne.




Textfig. 20. Vier langgezogene Zellen der Nackenorgane, direkt unter der Schale angeschnitten. Leitz Ok. 1, Obj. 8.

Zu demselben Resultate kommt auch Hérouard. Er schildert diese Organe als große Zellen, deren Kerne une masse chromatique en forme de croissant (sur les coupes) aufweisen, und welche außerdem verzweigte Vakuolen enthalten. Seine Folgerung daraus ist: „Cette similitude de structure entre les cellules frontales et les glandes salivaires nous indique d'une façon bien évidente que ce sont des organes ayant la même valeur physiologique. Les organes frontaux ne sont donc pas des organes des sens, mais simplement des appareils glandulaires.“ Er nennt sie darum auch mit Recht glandes mères de réserve. — Fischel weiß zwar die Funktion dieser Organe nicht zu deuten, doch hält er Nacken- und Frontalsinnesorgane nach ihrer Lage und Ausbildung als einander morphologisch und physiologisch nahestehende Gebilde.

Einer besonderen Art von Zellgebilden muß ich noch gedenken. Auf einem Sagittalschnitt (Textfig. 21) sah ich vom Leberhörnchen her zwischen die Ruderarmmuskulatur hindurch Zellen an die Matrixschicht herantreten, deren Gestalt spindelförmig war. Ich vermute, daß es nur besonders geformte Zellen der Nackenorgane sind.



Textfig. 21. Eigenartig geformte Zellen (der Nackenorgane?), welche vom Leberhörnchen nach der Schale ziehen. Leitz Ok. 1, Obj. 6.

Schließlich noch ein Wort über den Nerv dieser Organe, den sog. Tegumentarius, wie ihn CUNNINGTON nennt. An der Stelle, wo er um das Leberhörnchen biegt, konnte ich auf mehreren Schnitten sehr gut einzelne Fibrillen erkennen. Diese zeigten sich unter starker Vergrößerung bisweilen auffällig verdickt.

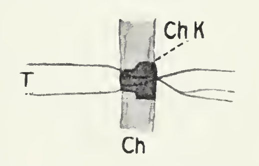
## Die Tastantenne.

**Literatur:** REDI 1684. — SCHÄFFER 1755. — O. F. MÜLLER 1785. — STRAUS 1819/20. — SCHÖDLER 1846. — LEYDIG 1860. BRONN-GERSTÄCKER 1866/79. — WEISSMANN 1874. — LILLJEBORG 1900. — CUNNINGTON 1903. — RETZIUS 1906.

Historisches: Die erste bildliche Darstellung der Tastantenne findet sich bei REDI (24), wo man auf tavola terza seiner Abhandlung unter Figura XVI, Nr. 5 tre animaletti acquatici sehen kann, bei denen vorn am Kopfe ein förmlicher Schnabel gezeichnet ist. Wie leicht zu verstehen, sind damit die Rostrumspitze und die Tastantenne gemeint. Eine Deutung dieser Gebilde versucht zuerst SCHÄFFER (28) zu geben, indem er sie als Freßspitzen anspricht, „wodurch", wie es wörtlich heißt, „das Thiergen diejenigen Körper und kleine Insekten sogleich befühlen und unterscheiden kann, die ihm tauglich oder untauglich sind." O. F. MÜLLER (22) beschreibt sie als Palpi und bei ansehnlicher

Länge als cornicula und membra masculi. Bei den französischen Schriftstellern (STRAUS (32) u. a.) werden sie als antennules oder les petites antennes aufgeführt. SCHÖDLER (30) bezeichnet sie mit Recht als wirkliche Antennen und zwar spricht er ihnen Tast- und Geruchsempfindung zu. Zu einem auffälligen Schluß kommt LEYDIG (19). Er glaubt, in ihnen Gehörorgane entdeckt zu haben. Er stellt deshalb einen Vergleich mit den Gehörorganen der Insekten und höheren Krebse an. Merkwürdigerweise behauptet er außerdem noch, daß die Tastantenne immer beweglich eingelenkt und die Muskeln meist zu sehen seien. BRONN-GERSTÄCKER (1) bezeichnet sie einfach als Cladocerenfühler, ein Ausdruck, der mir sehr passend erscheint. WEISMANN (34) spricht von vorderen Antennen, die er für Geruchsorgane hält. Auch LILLJEBORG (20) ist der Ansicht, daß man in den Vorderfühlern Gefühls- oder Geruchsorgane erblicken könne. Die gleiche Funktion schreibt auch CUNNINGTON (7) diesen Organen zu. RETZIUS (25) sucht an der Hand der GOLGIschen Chromsilbermethode einen Einblick in die histologischen Feinheiten der Tastantennen zu gewinnen. Auf seine Ergebnisse werde ich noch zurückkommen.

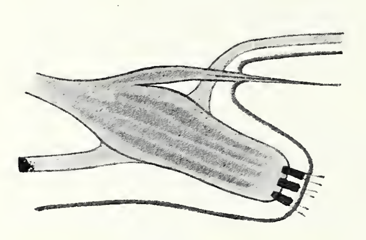
Eigene Befunde: Nunmehr will ich versuchen, den Bau der Tastantenne histologisch zu schildern, soweit ich ihn auf Schnitten und mittels Vitalfärbungsmethode verfolgen konnte. Rein äußerlich lassen sich drei Abschnitte an der Antenne ohne weiteres unterscheiden: 1. die LEYDIGschen Cuticularfäden, auch Riechfäden oder Tastborsten genannt, 2. das Ganglion, 3. der Nerv (Taf. XXIV, Fig. 4).



Textfig. 22. Eine Chitinkapsel der Tastantenne. Leitz Ok. 5, Obj. 8.

Hinsichtlich der LEYDIGschen Cuticularfäden wüßte ich nichts Neues hinzuzufügen. Sie sind von LEYDIG, WEISMANN und CUNNINGTON eingehender behandelt worden. Sozusagen den Übergang von den Tastborsten zu dem Ganglion bilden eigentümliche chitinige Gebilde, welche ich wegen ihrer Form am besten mit den Isolatoren unserer Telephonleitungen vergleichen möchte (Textfig. 22 und Taf. XXIV, Fig. 2 *Chk*). Ich nenne sie mit WEISMANN kurz Chitinkapseln. Zuerst erwähnt sie LEYDIG (19), ohne aber Sicheres über ihre Natur ermitteln zu können. Er schreibt wörtlich: „Eine nie fehlende Eigentümlichkeit ist es, daß die Cuticula der Tastantenne, da, wo die Tastborsten von ihr abgehen, ebensoviele

dunkel markierte Stellen oder Verdickungen hat.“ WEISMANN (34), der diese Anschwellungen auch an Leptodora beobachten konnte, beschreibt sie daselbst als kleine, zylindrische Chitinkapseln. Auch RETZIUS (25) bildet sie ab, er nennt sie einfach körnchenförmige Verdickungen. — Sie sind oben und unten offen. Auch habe ich in ihnen deutlich die Nervenfasern verlaufen sehen (Textfig. 22). Jede solche Nervenfaser fand ich zusammengesetzt aus zwei Neurofibrillen, die ich bisweilen innerhalb der Chitinkapsel gekreuzt fand (Textfig. 22). Die Neurofibrillen resp. die Nervenfasern verlaufen in einer Art Röhre zu den Ganglienzellen (Taf. XXIV, Fig. 2 *N*). Diese Ganglienzellen (*Gz*) hat schon RETZIUS mittels der GOLGIschen Chromsilbermethode als oppositipol bipolare Sinneszellen beschrieben. Ich fand dies in ausgezeichneter Weise bestätigt an Tieren, die ich in möglichst konzentrierte Methylenblaulösung setzte (Taf. XXIV, Fig. 5). Auf keinem Schnitt habe ich allerdings diese Bipolarität wiederfinden können. Vielmehr war der proximale Abschnitt der Ganglienzellen mehr oder weniger abgerundet (Taf. XXIV, Fig. 2). Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, daß in dem geschnittenen Material die Konservierung eine derartige Wirkung hervorgerufen hat. Im übrigen fand ich zahlreiche Kerne, hier und da im Ganglion verstreut, deren Nucleus sich besonders abhob. An der Stelle, wo die Ganglienzellen liegen, zeigt das Ganglion eine Auftreibung. Die Nervenfasern treten, nachdem sie hinter den Ganglienzellen noch eine kurze Strecke getrennt verlaufen sind (Taf. XXIV, Fig. 5), zu dem Antennennerven zusammen. Dieser Nerv tritt schließlich an der unteren, vorderen Gehirnpartie beiderseits in das Gehirn ein (vgl. hierzu Textfig. 2).



Textfig. 23. Die Tastantenne mit Nebentastborste (schematisch).

Was die Zahl der Ganglienzellen anbelangt, so gibt sie RETZIUS auf neun für Daphnia magna an. Ich kann diese Zahl insofern bestätigen, als ich ebensoviel Chitinkapseln zählen konnte.

Es erübrigt sich noch, eines interessanten Befundes an dieser Antenne zu gedenken. Es handelt sich (wohlgemerkt) um ein Paar von den übrigen gesonderte Tastborsten (Textfig. 23). Sie liegen, jederseits eine, über den Ganglien der Tastantenne, aber ebenfalls noch unter der Rostrumspitze, d. h. in der Mitte der

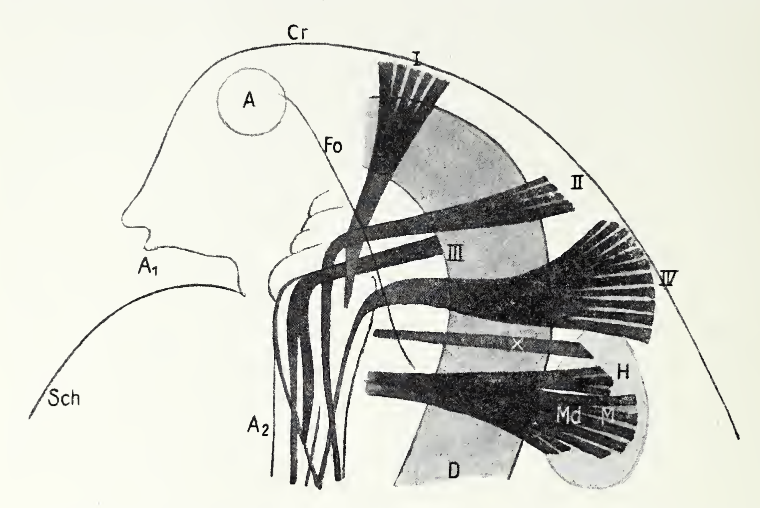
Bucht, die sich zwischen Rostrumspitze und jeder Tastantenne befindet (vgl. auch Taf. XXIV, Fig. 5*). Im Innern dieser Nebentastborsten, wie ich sie kurz bezeichnen will, fand ich ebenfalls zwei Neurofibrillen. Allein eine Chitinkapsel findet sich hier nicht, vielmehr durchbricht die Neurofibrille ohne weiteres die Chitinlamelle. Proximal legen sich diese Nebenborsten schließlich an die Ganglien der Antenne an. Es dürfte von einigem Interesse sein, zu erfahren, 1. ob diesen Nebenborsten eine besondere physiologische Bedeutung zukommt, und 2. ob sie sich überhaupt noch bei anderen Cladoceren an den Weibchen nachweisen lassen. Bekanntlich zeigen ja die ersten Antennen der Männchen fast aller Cladocerenspezies außer den endständigen Fühlborsten mehr oder weniger stark entwickelte „Nebenborsten", die in der Literatur meist als Geißel bezeichnet werden. Es fragt sich jetzt, ob diese Borste der Nebenborste der weiblichen Antenne homolog ist. Der Lage nach scheint dies sehr gut möglich zu sein. Von diesem Gesichtspunkte aus würde z. B. auch die Stirnborste der Bosminen ihre morphologische Erklärung finden. Erwähnt sei noch, daß die Ganglien der Antennen zwischen Stützzellen eingebettet sind, wie sie auf Taf. XXIV, Fig. 5 (*Iz*) zu sehen sind.

## Muskulatur.

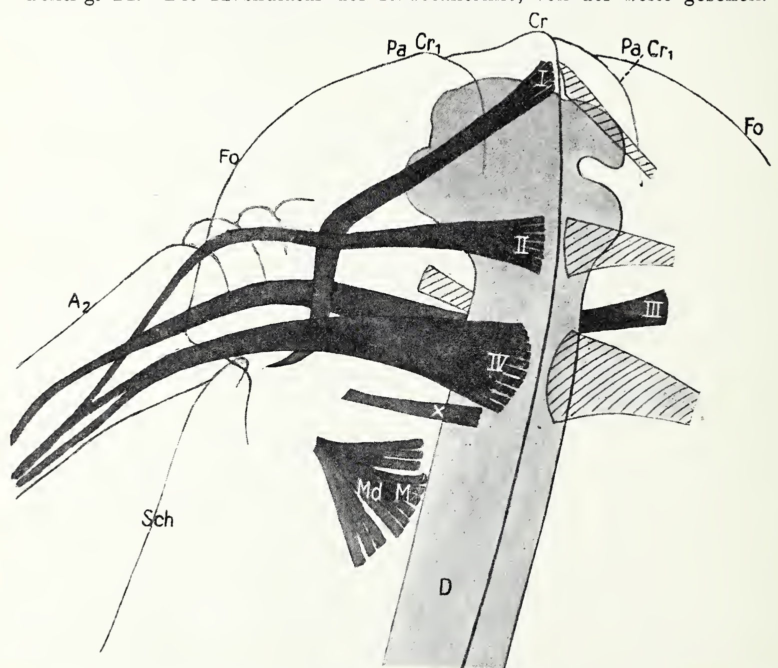
**Literatur:** Schödler 1846. — Leydig 1860. — Lilljeborg 1900. — Cunnington 1903.

Historisches und eigene Befunde: Die größten und kräftigsten aller Muskeln sind bei den Cladoceren unstreitig die der Ruderantennen. Über diese allein will ich hier kurz berichten. Es sind außerordentlich breite Muskeln, von denen jeder aus einem Komplex vieler Muskelbündel besteht. Auf Abbildungen von Daphnia fand ich nun die Ruderarmmuskeln in der Regel in der Dreizahl angegeben. Das ist richtig und zugleich falsch. Richtig insofern, als in der üblichen Profilansicht im allgemeinen nur drei deutlich zu sehen sind (Textfig. 24, I, II, IV). Wenn man aber aufmerksamer hinsieht, kann man, allerdings nur in günstigen Fällen, einen vierten Muskel wahrnehmen (Textfig. 24, III). Dieser Muskel setzt sich aber nicht etwa am Kiel an, sondern geht quer durch den Cephalothorax, indem er unter den Darm hinwegzieht, um auf der anderen Seite sich an die Schale zu befestigen, etwa an der Stelle, wo der zweite Nebenkiel sich befindet (Textfig. 25, III). Zur weiteren Orientierung verweise ich

außerdem auf Taf. XXIV, Fig. 6 und 7. Wie ich aus der Literatur ersehe, hat Schödler (30) gleiche Verhältnisse bei Acanthocercus




Textfig. 24. Die Muskulatur der Ruderantenne, von der Seite gesehen.




Textfig. 25. Die Muskulatur der Ruderantenne, schräg von hinten gesehen.

konstatiert. Er bemerkt dabei auch sehr richtig, daß durch den in Rede stehenden Muskel (Textfig. 25, III) der Magenteil

des Darmes gleichzeitig gestützt wird, ein Umstand, auf den ich besonders aufmerksam machen möchte. Was die anderen Muskeln (I, II, IV) betrifft, so inserieren sie ganz oben am Kiel. Muskel IV weist einen besonders breiten, fächerförmig gestalteten Muskelansatz auf. Den weiteren Verlauf der Muskulatur innerhalb des „Oberarmes" oder „Stieles" der Ruderarme habe ich nur der Vollständigkeit halber mit eingezeichnet, ohne hierauf etwa eingehen zu wollen.

Hinzufügen möchte ich noch, daß die Mandibelmuskeln, die zu beiden Seiten des Herzens verlaufen, ebenfalls ausgesprochene Fächerform zeigen, dergestalt, daß die mittlere Portion etwas weiter dorsalwärts inseriert als die Flanken. Ob der mit *x* bezeichnete Muskel ebenfalls zu den Mandibeln gehört oder vielleicht als Schalenmuskel in Betracht kommt, konnte ich leider nicht entscheiden. Es wäre jedenfalls angebracht, auch einmal die Cladocerenmyologie im speziellen zu behandeln, da hier noch manche Unklarheit vorliegt. Soweit ich feststellen konnte, hat bis jetzt nur Schödler (Acanthocercus) und Scheffelt (Holopedium) ausführlicher über die Muskulatur geschrieben.

## Der Darm.

**Literatur:** Schödler 1846. — Leydig 1860. — Weismann 1874. — Lilljeborg 1900. — Cunnington 1903. — Fischel 1908.

Eigene Befunde: Ohne etwa auf die Literatur eingehen zu wollen, habe ich trotzdem die für dieses Kapitel einschlägigen Arbeiten aufgeführt, um eine schnelle Orientierung über die bisherigen Ergebnisse auf diesem Gebiet zu ermöglichen.

Man unterscheidet am Darmkanal bekanntlich drei Hauptabschnitte:

1. den Vorderdarm = Ösophagus, Speiseröhre, Schlund, Munddarm;
2. den Mitteldarm oder eigentlichen Darm, auch Magendarm oder kurz Magen genannt;
   an diesem unterscheidet man wieder
   a) eine vordere Partie, Magen im engeren Sinne und
   b) eine hintere Partie, Dünndarm genannt;
3. den Enddarm = Mastdarm, Afterdarm.
   Als Anhänge wären
4. die „Leberhörnchen" zu nennen, blinddarmähnliche Gebilde am vorderen Teil des Darmes.

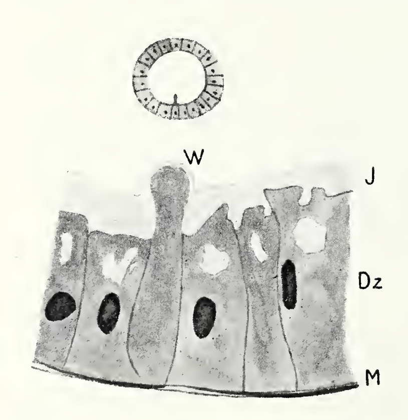
Zu 1. Leydig bemerkt zu dem Ösophagus folgendes: „Er geht nicht einfach in den Magen über, sondern bildet in denselben hinein einen starken Vorsprung.“ Lilljeborg nennt ihn Cardia. Ich bemerke hierzu nur, daß es sich offenbar um eine Sicherheitsvorrichtung handelt, welche das Zurücktreten der Nahrung in den Schlund verhüten soll. Da genauere Darstellungen hierüber




Textfig. 26. Verschlußvorrichtung am Ösophagus beim Übergang in den Darm. Leitz Ok. 1, Obj. 3.

nicht vorhanden sind, habe ich die Verhältnisse in Textfig. 26 dargestellt. Zum Verständnis dieser Abbildungen bedarf es wohl weiter keiner Erklärung.

Zu 2. Betreffs des Mitteldarmes möchte ich zunächst auf Textfig. 27 hinweisen, welche sehr gut die histologischen Verhältnisse beleuchtet. Ich unterscheide mit Leydig und Weismann von außen nach innen 1. eine Muskelschicht nebst Serosa, erstere bestehend aus Längsmuskeln, darüber die Ringmuskeln, 2. eine einfache Lage großer, zylindrischer Zellen und 3. als deren Ausscheidung eine homogene Intima. Wie scharf die Ringmuskulatur durch Vitalfärbung (Methylenblau) sich von der Darmwand abhebt, soll Taf. XXIV, Fig. 3 wiedergeben, in welchem Falle ich auch die Form dieser Muskeln genauer wahrnehmen konnte.




Textfig. 27. Histologie der Darmwandung. Leitz Ok. 3, Obj. 8.

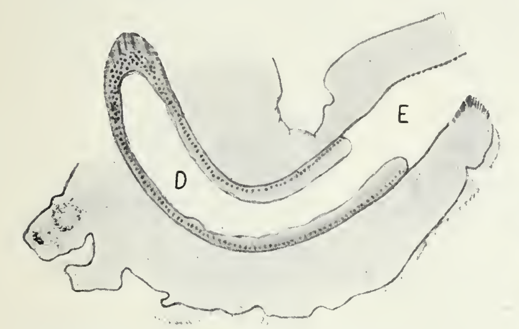
Zu 3. Auf Sagittalschnitten konnte ich die Grenze von Mitteldarm und Enddarm schärfer als bisher feststellen. Mit dem Aufhören der hohen Zellen kündigt sich der Enddarm an und zwar läuft die verdauende Zellschicht des Mitteldarmes auf der unteren Hälfte des Darmrohres noch eine Strecke weiter

als oben (Textfig. 28). Der Magendarm ragt also noch ein Stück in das Abdomen hinein.

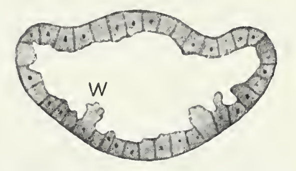
Zu 4. Schließlich beobachtete ich am lebenden Tier, daß bisweilen von der Nahrung etwas mit in die Leberhörnchen hinein befördert wird. Sicherlich findet auch hier eine rege Sekretion statt. In der Gegend, wo die Leberhörnchen in den Darm übergehen, fand ich an der Unterseite des Darmes in einzelnen Darmzellen große Vakuolen (Textfig. 29), von anderen Zellen sah ich plasmatische Vorsprünge in das Darmlumen hineinragen (Textfig 30).



Textfig. 29. Querschnitt durch den Darm (Vakuolen). Leitz Ok. 3, Obj. 3.




Textfig, 28. Übergang vom Mitteldarm in den Enddarm, sagittal geschnitten. Leitz Ok. 1, Obj. 3.




Textfig. 30. Querschnitt durch den Darm (papillöse Wucherungen *W*). Leitz Ok. 3, Obj. 3.

## Die Oberlippe.

**Literatur:** Schödler 1846. — Leydig 1860. — Claus 1876. Samassa 1891. — Lilljeborg 1900. — Cunnington 1903. — Retzius 1906. — Fischel 1908.

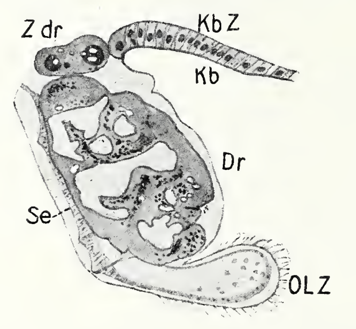
Historisches und eigene Befunde: Es soll nicht Zweck dieser Zeilen sein, alle die einzelnen Angaben, welche sich in der Literatur über dieses Organ finden, wiederzugeben. Denen, die sich darüber näher informieren möchten, habe ich durch eine ausführliche Zusammenstellung der betreffenden Literatur die nötigen Hinweise gegeben.

Wenn man die Oberlippe auf Schnitten (Textfig. 31—33) untersucht, so erkennt man ohne weiteres, daß es sich um ein stark drüsiges Organ handelt. Da die Oberlippe samt ihren Drüsen histologisch noch nicht dargestellt ist, so hielt ich es für angezeigt, dieselbe im Bilde vorzuführen. Wie man auf Textfig. 31 sieht, nimmt

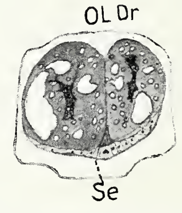
der Drüsenkomplex (*Dr*) den größten Teil der Oberlippe ein. Aus Frontal- (Textfig. 32) und Transversalschnitten (Textfig. 33) geht denn auch deutlich hervor, daß wir es mit zwei großen Drüsenzellen zu tun haben. SCHÖDLER (30) beschreibt sie sehr gut als nierenförmige Konglomerate von drüsiger Beschaffenheit. Daß es sich um die Speicheldrüsen handelt, hat er nur vermutet. Ich kann dies aber mit Sicherheit bestätigen. Gelang es mir doch, auf jener, dem Ösophagus zugewandten Seite die Ausmündungen für das Sekret festzustellen (Textfig. 31) und zwar, wie man aus Textfig. 33 sieht, erfolgt die Sekretion auf der ganzen Breitseite der Oberlippe. Nach unten zu ist an der Oberlippe noch eine Art Zipfel ausgebildet (Textfig. 31 *OLZ*). Dieser Zipfel stellt in der Regel die vertikale Verlängerung des




Textfig. 32. Die Oberlippe im Frontalschnitt. Leitz Ok. 3, Obj. 3.



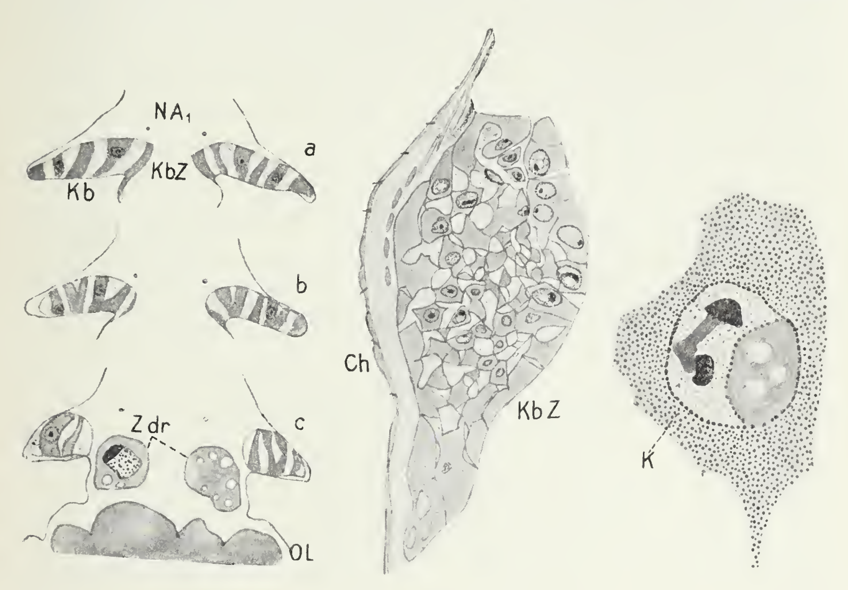

Textfig. 31. Die Oberlippe nebst Vordrüse und Zellkomplex des Kopfbodens (sagittal). Leitz Ok. 3, Obj. 3.




Textfig. 33. Die Oberlippe im Transversalschnitt. Leitz Ok. 3, Obj. 3.

Drüsenteiles dar (s. hierzu Taf. XXIV, Fig. 7), er kann aber auch nach vorn geschlagen werden, wie Textfig. 31 zeigt. An seiner Außenseite ist er mit feinen Börstchen besetzt, die, wie mir schien, von äußerst zarten Nerven innerviert werden [vgl. SAMASSA (27)]. In seinem Innern findet man Blutkörperchen in Menge. Wie CLAUS mitteilt, ist dieser Zipfel durch Blutandrang zu einer merklichen Anschwellung befähigt. Die Muskulatur der Oberlippe ist in der Literatur bereits ausführlicher erörtert worden. Es finden sich Ringmuskeln und sogenannte Levatoren, welche ich oben an der Schale zwischen den Leberhörnchen enden sah. Außer den beiden großen Drüsen fand ich aber noch zwei kleinere, über ersteren gelegen. Ich will sie als Vor- oder

Zwischendrüsen bezeichnen. Auch CUNNINGTON scheint solche bei Simocephalus entdeckt zu haben. In Textfig. 31 und 34 (*Zdr*) habe ich sie mit abgebildet. Ihre Drüsennatur steht außer Zweifel. Vermutlich sind es Reservedrüsen. Eine Verbindung mit den beiden großen Drüsenzellen ließ sich nicht nachweisen. Im Zusammenhang hiermit will ich noch eigenartige Zellgruppen besprechen, deren bis jetzt nur RETZIUS Erwähnung tut. Er beschreibt sie als Zylinderepithel mit Cilien. Doch hat er dieses Epithel so flüchtig skizziert, daß man über seine wahre Natur und vor allem über seine Morphologie daraus nichts entnehmen kann. Auf Schnitten fand ich diese




Textfig. 34. Zellkomplex des Kopfbodens im Frontalschnitt. Leitz Ok. 5, Obj. 3.

Textfig. 35. Zellkomplex des Kopfbodens im Transversalschnitt. L. Ok. 3, Obj. 5.

Textfig. 36. Einzelne Zelle aus dem Zellkomplex des Kopfbodens. Leitz Ok. 5, Obj. 8.

Zellen sehr gut erhalten. Um so mehr schien es mir angezeigt, auf diesen Zellkomplex hier mit einzugehen. Er findet sich zu beiden Seiten des Kopfbodens. Textfig. 31 zeigt denselben sagittal geschnitten, wie ihn etwa RETZIUS abbildet. Allein Cilien habe ich nirgends entdecken können. Wie aus der Zeichnung hervorgeht, stößt er unmittelbar an die Vordrüse der Oberlippe. Textfig. 35 zeigt den linken Komplex transversal geschnitten. Aus der Histologie solcher Schnitte konnte ich mit aller Deutlichkeit den drüsigen Charakter dieser Zellgruppen erkennen. In Textfig. 36 habe ich eine einzelne Zelle davon stark vergrößert wiedergegeben. Der große

Kern weist einen peripher gelegenen Nucleolus von bedeutender Größe auf. Bemerkenswert ist die eigentümliche Vakuolisierung in dem letzteren, die für großkernige Drüsenzellen charakteristisch ist. Um eine klare Vorstellung von der Gestalt eines solchen Zellverbandes zu bekommen, habe ich in Textfig. 34 mehrere Frontalschnitte abgebildet, welche zeigen sollen, daß diese Komplexe in ihrem vorderen Teil nach innen zu eine scharfe Kante (34*a*) bilden, je mehr sie aber sich nach hinten zu verjüngen, um so abgerundeter werden ihre inneren Konturen (34*b*, *c*). Welchen Zweck nun diese Komplexe haben, bin ich vorläufig nicht in der Lage, zu beantworten. Meines Erachtens kommen zwei Möglichkeiten in Betracht: Entweder, sie stehen zur Oberlippe in irgend einer Beziehung oder, sie stellen eine Art Reservoir dar, aus dem Material für neues Chitin geliefert wird. Mit den Antennennerven ($NA_1$), welche über die beiden Komplexe hinweglaufen, scheinen sie nichts zu tun zu haben. Die Form dieser Komplexe dokumentiert sich auch äußerlich in der Form des Kopfbodens. Ich verweise besonders auf Fig. 8 und 9 (Taf. XXIV), von denen letztere den sonst ungewohnten Anblick des Cephalothorax von unten her darstellt. Die näheren Angaben hierzu finden sich im letzten Kapitel (p. 640).

## Schalendrüse und Antennendrüse.

**Literatur:** Leydig 1860. — Klunzinger 1864. — Bronn-Gerstäcker 1866/79. — Dohrn 1870. — Weismann 1874. — Claus 1875. — Grobben 1879 und 1880. — Kowalevsky 1889. — Lilljeborg 1900. — Cunnington 1903. — Fischel 1908. — Langhans 1909. — Rühe 1909. — von Scharfenberg 1910.

Historisches: Bevor ich auf die Literatur eingehe, sei es mir gestattet, die Schalendrüse in ihrem Bau kurz zu skizzieren. Ich verweise deshalb auf Taf. XXIV, Fig. 1 meiner Arbeit. Die beiden Hauptabschnitte dieses Organs bilden das Endsäckchen (*Es*) und der Schleifenteil (*Schl*). Beide stehen durch einen engen Kanal (*Ka*) in Verbindung. Abgesehen von dem schwierig zu erkennenden Kanal zeigen sich am lebenden Tier bald das Endsäckchen, bald der Schleifenteil mit mehr oder minder großer Deutlichkeit. Da über den genaueren Verlauf und, was das Wichtigste ist, über die Ausmündung dieser Schalendrüse außerordentliche Unklarheit herrscht, glaubte ich, auch dieses Organ mit in den Kreis meiner Betrachtungen ziehen zu müssen. Und ich darf wohl sagen, daß die schwierigen Untersuchungen der Mühe wert waren.

Lassen wir nun erst in Kürze die früheren literarischen Darstellungen zu Worte kommen.

Der erste, der sich über den Bau dieser Drüse näher zu orientieren suchte, war LEYDIG (19). In seiner berühmten „Naturgeschichte der Daphniden“ liefert er bei den einzelnen Cladocerenspezies von der Schalendrüse Abbildungen, die, soweit ich das beurteilen konnte, im allgemeinen das bieten, was die Profilansicht einer Cladocere hiervon im Mikroskop sehen läßt. Auffälligerweise war ihm das Endsäckchen noch völlig unbekannt. In der Beantwortung der Frage nach der Ausmündung des Schleifenteiles kommt er zu dem Ergebnis, daß „der gewundene Kanal immer in sich blind geschlossen zu sein“ scheint. Am Schlusse dieses Kapitels stellt er deshalb die Forderung auf, falls man eine Öffnung als vorhanden annehmen sollte, müsse man sie mikroskopisch demonstrieren. Anderenfalls bleibe er auf seiner Ansicht bestehen. KLUNZINGER (16), der die Schalendrüse von Daphnia longispina untersuchte, beschreibt dieselbe nur als schlingenförmiges Gebilde, kennt also auch kein Endsäckchen. Eine Mündung nach außen ist ihm nach den vorliegenden Konturen nicht denkbar, so daß er demnach die Drüse gleichfalls für blind geschlossen hält. Dagegen beobachtete er richtig, daß die Bündel des Schalenmuskels sich an die Drüsengänge ansetzen. BRONN-GERSTÄCKER (1) gibt in seinen Klassen und Ordnungen des Tierreiches einen allgemeinen Überblick über die Schalendrüse, aus dem ich nur folgendes herausgreifen möchte: Eine Schalendrüse kommt bei allen Branchiopoden mit Mantel vor und zwar in allen diesen Fällen zwischen den beiden Schalenlamellen gelegen. Ihre Ausbildung ist jedoch eine sehr verschiedene. So besteht sie bei Bosmina aus einem einzigen, S-förmig geschwungenen Gang, bei Sida gabelt sich derselbe in zwei Äste, in der Mehrzahl der Cladocerengattungen legt er sich infolge bedeutender Längenausdehnung zu einer oder mehreren Schlingen zusammen (Simocephalus, Scapholeberis, Hyalodaphnia, Polyphemus, Bythotrephes). Einen kleinen Fortschritt bedeuten die Untersuchungen DOHRNS (8). Er hat jenes blasige Gebilde, welches von G. O. SARS als rugose Stelle der Schale beschrieben ist, als drüsigen Sack erkannt, der durch einen engen Kanal mit den eigentlichen Kanälen der Schalendrüse (alias Schleifenteil) kommuniziert. Das Aussehen dieses Sackes schildert er als grünlich-gelb. DOHRN hat also mit Sicherheit drei Partien an der Schalendrüse festgestellt. Außerordentlich gründlich hat WEISMANN (34) an Leptodora hyalina diese Drüse studiert. Das Resultat seiner

Untersuchungen ist folgendes: Bei Leptodora liegt die Schalendrüse zum größten Teil in der Leibeshöhle selbst und zwar im Thorax. Dieses Organ gliedert er zunächst rein topographisch in drei Abschnitte, nämlich in Schalenteil, Thoracalteil, Kopfteil. Funktionell ergibt sich nach ihm folgende Gliederung: Der Drüsenlappen, welcher Wasser ausscheidet, dann die Drüsenschläuche und der Ausführungsgang, welcher Harnstoff absondert. Da bezüglich der exkretorischen Funktion das Organ eine ähnliche Arbeitsteilung aufweist wie die Nieren der Vertebraten, so stellt Weismann die drei genannten Drüsenabschnitte mit jenen der Wirbeltiere in eine Parallele, so daß dem Drüsenlappen entsprechen die Malpighischen Kapseln, den Drüsenschläuchen die Tubuli contorti und der Ausmündung die Tubuli recti. In einer besonderen Abhandlung sucht Claus (2) das Problem der Schalendrüse zu lösen. Den Anfangsteil bezeichnet er als ampullenförmiges Säckchen. Er betont, daß diese Ampulle nicht etwa eine Anhangsbildung eigener Art sei, sondern ein integrierender Teil des Drüsenganges, nämlich der blindgeschlossene, erweiterte obere Abschnitt desselben. Am Schleifenteil (von Daphnia magna) unterscheidet er wiederum eine Innenschleife (auf meiner Taf. Fig. 1 I + II), eine Außenschleife (IV + III), eine Nebenschleife (VI + V) und eine Endschleife (ich nenne diesen Abschnitt Harnblase). Über die Ausmündung bemerkt er, daß die Endschlinge in der Tiefe am unteren Rande des Säckchens hinzieht und unterhalb desselben mittels kürzeren oder längeren Querganges an der Ventralseite ausmündet. Obgleich er bei Moina, Daphnia pulex, Simocephalus und Ceriodaphnia keine Öffnung der Schalendrüse mit einzeichnet, so scheint es mir doch immerhin glaubhaft, daß er die Öffnung wirklich gesehen habe, somit also im allgemeinen über Anfang und Ende der Drüse Bescheid weiß. Jedoch die genaueren Angaben, wo dieselbe ausmündet, bleibt auch er schuldig. Bestimmtere Mitteilungen liefert erst Grobben (10) in seiner exakten Arbeit über die Entwicklung der Moina rectirostris. Nach ihm soll sich an der Spitze der zweiten Maxillen eine Öffnung finden, die er als die Ausmündung der Schalendrüse bezeichnet. Gleiche Verhältnisse wie bei Moina will er auch bei Daphnia pulex und Sida beobachtet haben. Als weiteres neues Moment kommt hinzu, daß er an dem hinteren, dorsalwärts gehenden Schleifenteil noch einen nach abwärts gebogenen Abschnitt entdeckt hat, welcher bis in die Gegend des Herzens reicht. Grobben nennt ihn „dorsale Nebenschleife" (nicht zu verwechseln mit jener von Claus, welche ventral liegt!).

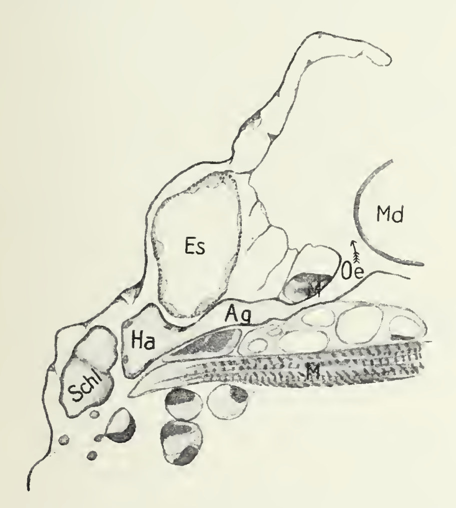
Während sie bei Moina kurz ist, zeigt sie sich von ansehnlicher Länge bei Daphnia pulex und magna, sowie bei Simocephalus. — Von der Antennendrüse, die er der Kopfniere der Würmer als homolog erachtet, kann er nur berichten, daß sie hier nicht vorhanden sei. Ein Jahr später läßt er eine Abhandlung folgen, welche ausschließlich von der Antennendrüse handelt. In seiner Schlußbetrachtung kommt Verfasser zu dem Ergebnis, daß Antennen- und Schalendrüse in ihrem Bau übereinstimmen; er hält beide für homolog. — Kowalevsky (17) weist an dem verschiedenen Verhalten gegenüber Farbstoffen nach, daß eine Zweiteilung der Exkretionsorgane bei niederen Tieren ebenso existiert wie bei Wirbeltieren. Lilljeborg (20) beschreibt nur ganz allgemein die Lage der Schalendrüse im Gesamtorganismus der Cladoceren. Cunnington (7) kehrt in seinen Daphnidenstudien mehr die histologische Seite hervor. Er schildert die secernierenden Zellen der Endblase von kugeliger Form, bemerkt, daß sie sich im Kanal stark abflachen, und schließlich an der Ausmündung wieder größer werden. Fischel (9) versteht merkwürdigerweise unter Schalendrüse nur den sogenannten Schleifenteil; denn das Endsäckchen der Schalen- und der Antennendrüse sind für ihn Drüsen unbekannter Natur. Welche Rolle ihnen zuzuschreiben ist, läßt er dahingestellt. Jedenfalls beschließt er sein Urteil hierüber mit den Worten: Wir können sie vorderhand als Drüsen auffassen, die jedoch keinen Ausführungsgang besitzen, also Drüsen mit innerer Sekretion darstellen. Daß Fischel zu diesem auffälligen Resultat gelangen konnte, erklärt Langhans (18) damit, daß nach Vitalfärbung dieser Kanal durch den Kontrast der dunkelgefärbten Granula verdeckt wird. Ich habe mich selbst davon überzeugt, daß dem so ist. Langhans (18), der auch Vitalfärbungen (u. a. an Daphnia magna) vornahm, hat denn sicher nachweisen können, daß jene beiden Drüsen Fischels nichts anderes sind als die Endsäckchen der Schalen- und Antennendrüse. Im übrigen vermutet Langhans sehr richtig, daß die Antennendrüse (bei Daphnia magna) nur noch einen rudimentären Charakter habe. — Rühe (26) hat bei Simocephalus vetulus die Antennendrüse mit Sicherheit nachweisen können. Er schildert sie als ein länglich-ovales Gebilde, das (nach der Zahl der Granula) aus sieben bis zehn Zellen besteht. Sie liegt dicht unter der Cuticula, dorsal von der Anheftungsstelle der Mandibeln. Dagegen hat er bei Daphnia pulex überhaupt keine finden können. Schließlich ist noch von Scharfenberg zu nennen. Er findet, daß man das Endsäckchen (NB. er nennt das

der Antennendrüse, meint aber, wie aus seiner Abbildung deutlich hervorgeht, das der Schalendrüse) auch ohne Färbung sehr gut sehen kann, und zwar bei hungernden und andererseits bei älteren Tieren. Indem ich mich nunmehr den

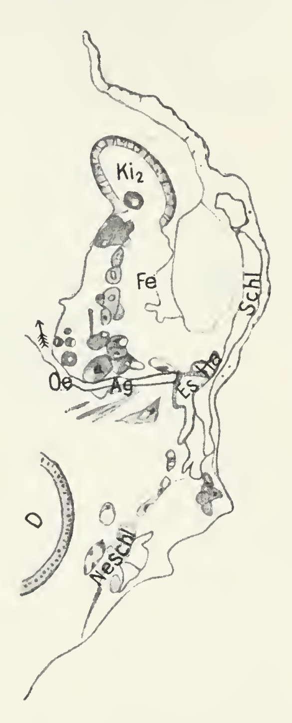
eigenen Befunden zuwende, möchte ich vorher kurz folgendes bemerken. Nach Grobben (10) wird die Schalendrüse aus dem Mesoderm gebildet, stimmt also ihrer Entstehungsweise nach mit den Nieren der Anneliden überein. Wie man aus Bronn-Gerstäcker (1) ersieht, findet sich die niedrigste Stufe ihrer Entwicklung in der zweiklappigen Schale der Ostracoden repräsentiert. Den höchsten Grad der Ausbildung erreicht sie bei den Euphyllopoden (Apus). Die Cladoceren nehmen eine Zwischenstellung unter diesen beiden Fällen ein. Innerhalb ihrer Familien zeigt sich ebenfalls eine starke Differenzierung in der Ausbildung dieser Drüsen. Um nun über die Verhältnisse bei Daphnia magna ins Klare zu kommen, wandte ich dreierlei Methoden an, nämlich die Vitalfärbungsmethode, die Herstellung von Schnittserien und das Herauspräparieren der Drüse. Letzteres mußte ich aber nach mehrmaligen mühevollen Versuchen als völlig unmöglich aufgeben. Weit nutzbringender war dagegen die Vitalfärbungsmethode, auf die ich aber erst weiter unten näher eingehen will. Die beste und, wie ich glaube, auch die überzeugendste Art ist die, an der Hand vollständiger Schnittserien die Drüse in ihrem Verlauf und histologischen Verhalten zu verfolgen. Ich habe deshalb auch einige Schnitte von der Drüse im Bilde dargestellt, um so dem Leser am besten eine Vorstellung von dem ganzen Verlauf der Drüse zu geben. Bei dem Studium dieses Organs habe ich nun folgendes ermitteln können:

I. Gliederung, Form und Lage: Die Schalendrüse beginnt mit dem sogenannten Endsäckchen (Taf. XXIV, Fig. 1 *Es*). Dieses Endsäckchen zeigt die Form eines Rechteckes mit abgerundeten Ecken, wie dies schon Fischel ganz richtig beschreibt. Es liegt fast in der Mitte des ganzen Drüsenkomplexes und in Frontansicht gesehen etwa in Höhe der Mandibeln (vgl. hierzu Textfig. 37). An seiner Ventralseite geht von ihm ein Kanal (Taf. XXIV, Fig. 1 *Ka*) ab, der sich infolge außerordentlicher Kürze und geringen Durchmessers sehr leicht dem Auge des Beobachters entzieht. Dieser Kanal stellt die Verbindung zwischen Endsäckchen und dem sogenannten Schleifenteil her. Ich unterscheide an diesem wiederum eine Hauptschleife (*Schl*) und eine Nebenschleife (*Neschl*). Die Form der Hauptschleife ist durch drei Schlingen be-

dingt, die sich derart aneinander legen, daß man von oben nach unten sechs Gänge zählen kann. Ihrer Lage nach bildet diese Hauptschleife den vorderen, ventralen Abschnitt des Schleifenteils. Die Form der Nebenschleife, welche, wie Fig. 1 (Taf. XXIV) zeigt, lediglich die Fortsetzung der Gänge II und III darstellt, ist in der Hauptsache durch eine einfache Schlinge charakterisiert. Der Lage nach bildet sie den hintersten, dorsalen Teil der Drüse. Wie die Gänge des Schleifenteiles vom Kanal aus aufeinander folgen, sollen außer den römischen Ziffern die roten Pfeile andeuten. Wie man daraus sieht, steigt Gang VI dorsalwärts hinter dem Kanal in die Tiefe hinab, um sich dort nicht unwesentlich zu erweitern. Diesen Teil habe ich als Harnblase (*Ha*) angesprochen. Ihre Form hat nichts




Textfig. 37. Frontalschnitte durch die Schalendrüse. Leitz Ok. 5, Obj. 3.

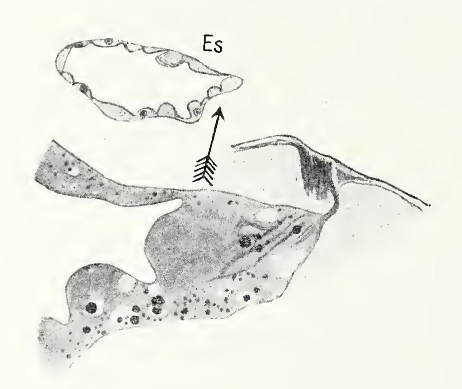



Textfig. 38. Transversalschnitt durch die Schalendrüse. Leitz Ok. 1, Obj. 3.

besonderes an sich. Sie schmiegt sich dem Endsäckchen unten ziemlich dicht an (Textfig. 37). Unter dem Endsäckchen verjüngt sie sich zu dem Ausführungsgang (*Ag*). Es ist dies ein im allgemeinen ziemlich gerade verlaufender Kanal, dessen Durchmesser sich fast überall gleichbleibt. Er zieht zwischen Bindegewebe und Schalenmuskulatur hindurch. Seine Öffnung konnte ich mit Bestimmtheit an der Basis des zweiten Kiemenfußes nachweisen, welche in Höhe der Maxillen liegt (Textfig. 38).

Übrigens hat auch GROBBEN, wie ich bereits oben erwähnte, die Ausmündung der Schalendrüse bei Moina fast an gleicher Stelle gefunden, nämlich an der zweiten Maxille. Was CLAUS (in diesem Punkte) anbetrifft, so verweise ich auf die oben gegebene historische Zusammenstellung. Von GROBBEN will ich nur noch hinzufügen, daß er sowohl bei Moina wie bei anderen Spezies eine Nebenschleife vorfand. Er vermutet, wie es scheint, mit Recht, daß der Besitz einer solchen dorsalen Nebenschleife an der Schalendrüse eine eigentümliche Bildung aller der Familie der Daphniden angehörigen Cladoceren ist.

II. Histologisches: Wir beginnen mit dem Endsäckchen. Es gelang mir, dasselbe auch auf Sagittalschnitten unversehrt zu erhalten. Textfig. 39 (oben) zeigt das Endsäckchen bei 80facher Vergrößerung. Man sieht Zellen von mehr oder weniger halbkugeliger Form gegen das Lumen hin vorspringen. Daß die ganze Blase damit ausgekleidet ist, konnte ich nach den übrigen Schnitten beurteilen. Es ist dies auch ohne weiteres einleuchtend, wenn man einen Frontalschnitt (Textfig. 37) betrachtet. Bei stärkerer Vergrößerung (Textfig. 39, unten) fand ich, daß diese Kalotten, wie ich sie kurz nennen will, in ihrem dem Lumen zugewandten Teil eine ziemlich gleichmäßige, sehr feinkörnige Granulierung zeigten. In diesem Teil liegen gewöhnlich, wenn auch sehr spärlich, die Kerne. Während nun dieser Teil von der Farbe [Heidenhain][1] ziemlich intensiv gefärbt war, bilden die Basen der Kalotten in ihrer Gesamtheit einen hellen, fast nicht gefärbten Saum. In diesem Saum, der also den Umriß des Endsäckchens beschreibt, fand ich vollkommen gleichmäßig dunkel gefärbte Kügelchen von sehr verschiedener Größe. Vielleicht sind es Ausscheidungsprodukte. Jedenfalls sind sie für das Endsäckchen sehr charakteristisch. Außerdem fanden sich bald mehr, bald weniger scharf abgehoben hellere




Textfig. 39. Endsäckchen, oben schwach vergrößert. Leitz Ok. 3, Obj. 3; darunter stärker. Leitz Ok. 5, Obj. 6.

1) Konservierung mit Sublimat.

Flecken, die ich für eine Art Vakuolen halte. Bisweilen konnte ich auch im Innern des Endsäckchens, also frei in dessen Lumen liegend, kugelige Gebilde finden. Auf den ersten Blick machen sie den Eindruck von Blutkörperchen (Textfig. 40). Obwohl ich über ihre Deutung völlig im Unklaren bin, habe ich trotzdem eine kleine Skizze beigefügt.

Mit dem Übergang des Endsäckchens in den Kanal und Schleifenteil ändert sich naturgemäß auch wesentlich die Beschaffenheit des Wandbelages. Das Zellplasma zeigt mehr homogenes Aussehen. Selbst feinste Granulierung konnte ich nicht erkennen. Kerne, die äußerst spärlich auftreten, sind in die Länge gezogen und heben sich meist scharf ab. Eine gewisse Gesetzmäßigkeit an dem Wandbelag der Gänge glaube ich darin erblicken zu können, daß meist auf der Seite der Gänge, welche nach dem Innern des Tieres gelegen ist, der Zellbelag breiter war als auf der gegenüberliegenden, nach außen gerichteten Seite. Hiermit hängt es offenbar auch zusammen, daß man an den inneren Wandungen in der Regel viel mehr Kerne finden kann als an den nach außen gelegenen. An dieser Stelle möchte ich eine kurze Bemerkung mit einflechten. Die Drüse, die zum größten Teile zwischen der Schalenduplikatur liegt, wird vollständig von Bindegewebe umgeben. Außerdem treten an sie, eine Art Verankerung bildend, fadenförmige Gebilde heran, die ebenfalls bindegewebiger Natur sind und besonders an dem Schleifenteil in reicher Zahl sich einstellen. — In der Harnblase tritt wieder ein stärkerer Drüsenbelag auf, der sich aber beim Übergang in den Ausführungskanal auf ein Minimum reduziert.



Textfig. 40. Endsäckchen mit Inhalt (unbekannter Natur). Leitz Ok. 5, Obj. 3.

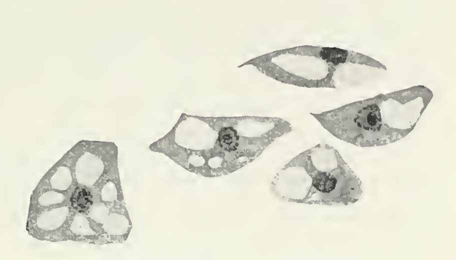
Obwohl ich mir bewußt bin, ein vollkommen klares Bild von dem inneren Bau der Drüse nicht gebracht zu haben, so glaube ich doch, insofern einen kleinen Fortschritt verzeichnen zu können, als überhaupt diese Drüse bisher an der Hand von Schnitten noch nie demonstriert wurde. Es sei mir nun noch gestattet, mit wenigen Worten die

III. physiologischen Vorgänge in dieser Drüse anzudeuten. Was ihre Lage betrifft, so ist sie die denkbar günstigste, um Stoffe, die für den Organismus von keinem weiteren Nutzen sind, aus dem Körper zu entfernen. Einmal sind es die Schalenmuskeln, die unmittelbar an sie herantreten. Übrigens ist dieser Muskeln

meines Wissens in der Literatur nirgends Erwähnung getan. Ferner strebt die Muskulatur der Kiemenfüßchen, nach oben hin konvergierend, gemeinsam der Drüse zu. Mit einem Wort, es ist ihre zentrale Lage, wodurch ihre Wirkungsweise besonders zur Geltung kommt. Umgekehrt dürfte ihre Lage zwischen den Schalenlamellen es mit sich gebracht haben, daß eine besonders rege Blutzirkulation hier stattfindet. Diese Blutfülle ist auch schon Claus (2) aufgefallen. Die Vitalfärbungsmethode, wie sie bis jetzt von Fischel am ausgiebigsten und nicht ohne Erfolg angewandt worden ist, dürfte dazu berufen sein, auch hierin unbedingte Klarheit zu schaffen. Die Versuche, die ich selbst mit Methylenblau anstellte, sind nur insofern beachtenswert, als eine verschiedene Färbbarkeit der Schalendrüse (Endsäckchen grün, das übrige blau) eintrat, aus der man ohne weiteres einen verschiedenen physiologischen Wert für die genannten Teile der Drüse schließen kann. Fischel, der mit einer großen Zahl von Farbstoffen experimentierte, fand, daß die Schalendrüse allen diesen Farbstoffen gegenüber außerordentlich variabel sei. Er berichtet, einmal seien nur sehr kleine, ein anderes Mal mehr oder minder große, schließlich gar keine Granula zu sehen gewesen. Ich glaube aber, daß dieses verschiedene Verhalten nicht von der chemischen Verschiedenheit der Farben allein, sondern von dem augenblicklichen physiologischen Zustand der Drüse abhängt. — In dem zahlreichen, lebend untersuchten Material fand ich eines Tages ein Exemplar, das, ohne irgendwie behandelt zu sein, den Schleifenteil von purpurroter Farbe zeigte, wobei einzelne Stellen besonders dunkel gefärbt waren. Offenbar war diese natürliche vitale „Färbung“ nur ein pathologischer Fall, der meines Erachtens immerhin einiges Interesse beansprucht. Obwohl ich die Kultur daraufhin untersuchte, konnte ich kein weiteres Exemplar mit einer solchen roten Drüse entdecken.

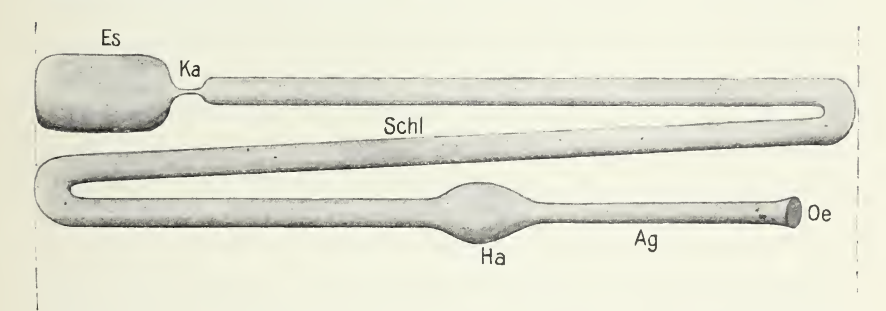
Noch einige Worte über die Antennendrüse! Sie liegt, im Profil gesehen, senkrecht über der Nebenschleife der Schalendrüse und in ziemlich gleicher Höhe mit der Basis der Ruderantenne (Taf. XXIV, Fig. 1 *Ad*). Ihre genauere Lage konnte ich sogar auf Schnitten feststellen und muß sie demgemäß als der konkaven Seite des Darmrohres (natürlich links wie rechts) anliegend bezeichnen. Wie soeben bemerkt, glückte es mir, die Antennendrüse selbst auf Schnitten nachzuweisen (Textfig. 41); wenigstens habe ich diese merkwürdigen Zellformen für das rudimentäre Endsäckchen der Antennendrüse angesprochen. Nach diesen Schnitten sowie aus Vitalfärbungen (mit Methylenblau und Neutralrot) zu

urteilen, kann ich sicher behaupten, daß die Antennendrüse nur aus dem Endsäckchen besteht und nicht, wie man nach LANGHANS [1]) anzunehmen geneigt sein könnte, auch noch aus einem Schleifenteil. Das Endsäckchen zeigt oft mehr oder weniger deutlich die Form eines Dreiecks. Den Schnitten nach zu urteilen muß ich die Antennendrüse für rudimentär halten. Histologisch zeigen die einzelnen Zellen bisweilen sternförmiges Aussehen, der Kern direkt in der Mitte gelegen (Textfig. 41, links). Wie aus dieser Abbildung hervorgeht, sind es Vakuolen, die infolge ihrer Anordnung jene Sternform bedingen. Die Vitalfärbungen gaben weniger gute Aufschlüsse. Die Zahl der Granula betrug in der Regel vier oder fünf, bisweilen ist ihre Menge größer.



Textfig. 41. Zellen der rudimentären Antennendrüse auf Sagittalschnitt. Leitz Ok. 3, Obj. 8.

Als schematisches Übersichtsbild der Schalendrüse habe ich noch Textfig. 42 beigefügt. Hier sind nicht nur die einzelnen




Textfig. 42. Die Schalendrüse auseinandergelegt (Maßstab nach Taf. XXIV, Fig. 54.)

Teile nebeneinander zu sehen, sondern es lassen sich auch ihre Größenverhältnisse (nach Tafel XXIV, Fig. 1 gemessen) leicht daran überblicken. Die punktierten Linien geben die Breite der zugehörigen Schale an, also vom Kiel bis zum vorderen Schalenrand.

---

1) Int. Revue 1909, II, S. 183, Z. 1 und 2.

## Integument.

So zahlreich die Literatur ist, die bis jetzt über Cladoceren erschienen ist; so klar und sicher unsere Kenntnisse hinsichtlich der wichtigsten Organe und seiner Funktionen sind, so mangelhaft möchte ich meines Erachtens die Vorstellung nennen, die wir von der Gestalt des ganzen Tieres, von seiner äußeren Morphologie haben. Die vielen Abbildungen von Cladoceren, vor allem von Daphniden sind, wenn ich mich so ausdrücken darf, „Aufriß"-Zeichnungen. Sie geben wohl die äußeren Konturen, aber — von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen — bekommt man keinen rechten Begriff von den Körperdimensionen. Aus diesen Erwägungen heraus kam mir der Gedanke, eine Daphnia plastisch darzustellen. Mit Hilfe vollständiger Schnittserien versuchte ich es, ein Wachsmodell von Daphnia magna nach der bekannten Methode Strasser-Born anzufertigen. Dieses Modell habe ich nach Photographien hier zeichnerisch dargestellt (Taf. XXIV, Fig. 6—9). Die Vergrößerung ist ca. 70fach. Fig. 7 zeigt das Modell von der Seite, für den Mikroskopiker die bekannte Ansicht. Ich mache besonders auf den Kopfboden (*Kb*) sowie auf die Kiele (*Cr*, $PaCr_1$, $PaCr_2$) aufmerksam. Die Ruderantennen ($A_2$) ist nur in ihren Gelenken plastisch wiedergegeben; die Schale (*Sch*) in ihren ventralen Hälften weggelassen, um Einblick in das Innere zu gewähren. Zu Fig. 6, der Rückenansicht, möchte ich folgendes ergänzend bemerken. Auf den wenigen, plastisch gehaltenen Abbildungen von Cladoceren sind meist nur der Kiel und der Fornix zu sehen. Jedoch bilden Lilljeborg (Daphnia magna) und Klunzinger (Daphnia longispina) neben dem eigentlichen Kiel noch einen Nebenkiel mit ab, den ersten Nebenkiel ($PaCr_1$), wie ich ihn nennen will, da ich außerdem noch einen weiteren, zwischen diesem und dem Fornix gelegenen nachweisen konnte ($PaCr_2$). Fig. 8 stellt die Daphnide von vorn gesehen dar. Sie zeigt vor allem, wie Fig. 6, die außerordentliche Breite des Kopfes, der durch die beiden Fornices bei jeder Cladocerenspezies seine besondere Physiognomie erhält. Auch hier verweise ich besonders auf den Kopfboden (*Kb*), der sich in seiner hinteren Partie nach unten zu in die stark aufgetriebene Oberlippe (*OL*) fortsetzt. Durch Fig. 9 schließlich erhält man von unten her Einblick in die Organisation des Kopfes. Wir sehen oben (in der Abbildung) die Rostrumspitze mit den beiden Tastantennen ($A_1$), etwas tiefer den Kopfboden (*Kb*), aus dessen Mitte die Oberlippe (*ÖL*) samt ihrem Zipfel (*OLZ*) entspringt. Nunmehr folgen die

Mandibeln (*Md*) nebst dem Darm (*D*). Die Schale (*Sch*) ist nur insoweit wiedergegeben als sie den Brutraum (*Br*) begrenzt. Erstaunt war ich über die ziemlich getreue Wiedergabe des Kopfes, wie sie SCHÄFFER in seiner Abhandlung vom Jahre 1755 von einem „geschwänzten, zackigen Wasserfloh“ bringt. Er hat die Köpfe so gemalt, daß sie massiv erscheinen und infolgedessen in gewisser Beziehung meinem Wachsmodell sehr ähnlich sehen.

## Zusammenfassung.

Wenn ich die Hauptergebnisse voranstehender Mitteilungen noch einmal kurz rekapituliere, so sind es folgende:

1. Das Nebenauge einer Daphnia magna stellt sich dar als ein Komplex von vier invertierten Pigmentbecherocellen, dergestalt, daß ein Augenbecher schräg nach oben gerichtet ist, je einer nach links und rechts und der vierte vertikal nach unten. Sinneszellen kommen dem unteren Becher vier zu, den übrigen je zwei, so daß ihre Gesamtzahl 10 beträgt. Bei stärkster Vergrößerung zeigen sich in diesen Sinneszellen Gebilde, die als Stiftchensäume anzusehen sind. Eigentliche Linsen sind nicht nachweisbar, immerhin bleibt die Annahme der Existenz lichtbrechender Elemente flüssiger Art nach wie vor bestehen.

2. Im Hinblick auf die Ausbildung des Nebenauges scheint innerhalb der einzelnen Cladocerenspezies eine gewisse Beziehung zu dem Hauptauge zu bestehen, und zwar in der Weise, daß mit fortschreitender Differenzierung des Facettenauges das Nebenauge um so mehr reduziert wird. Diese Annahme scheint durch folgende Reihe gerechtfertigt:

Monospilus (nur mit wohlentwickeltem Nebenauge). — Lynceiden (Neben- und Hauptauge fast gleich groß, letzteres mit wenig Kristallkegeln). — Daphniden (Nebenauge viel kleiner als das Hauptauge und mit Vakuolen, Hauptauge mit mehreren Kristallkegeln). — Sida (Nebenauge bereits im Gehirn gelegen, Hauptauge mit zahlreichen Kristallkegeln). — Leptodora (Nebenauge nur in der Frühlingsgeneration, Hauptauge typisches Kugelauge mit äußerst zahlreichen Kristallkegeln). — Polyphemiden (ohne Nebenauge, Hauptauge in Front- und Ventralauge differenziert).

3. Die Frontal- und Nackensinnesorgane sind ihrer wahren Natur nach Drüsenzellen, deren Innervierung direkt vom Gehirn aus erfolgt. Der Umstand, daß sie stets dicht unter der Kopfhülle

liegen und bisweilen mit der Hypodermis direkt kommunizieren, macht es wahrscheinlich, daß sie eine Art Reservoir für das Chitin der Matrixschicht abgeben.

4. An der Tastantenne von Daphnia magna läßt sich außer den neun Tastborsten, welche proximal in Chitinkapseln eingebettet sind, noch eine 10. Tastborste nachweisen. Sie liegt jederseits dicht unter der Rostrumspitze. Eine Chitinkapsel ist hier nicht vorhanden.

5. Der Kopfboden von Daphnia hat jederseits einen Zellkomplex aufzuweisen, der sich von der Oberlippe ab fast bis zur Rostrumspitze erstreckt. Die Zellen sind drüsiger Natur. Welche Funktion ihnen zukommt, muß noch dahin gestellt bleiben.

6. An der Schalendrüse von Daphnia magna lassen sich folgende Abschnitte mit Sicherheit unterscheiden: Das Endsäckchen — der Kanal — der Schleifenteil (Haupt- und Nebenschleife) — eine Harnblase —Ausführungsgang — Öffnung. Die Ausmündung der Schalendrüse findet sich an der Basis des zweiten Kiemenfußes, d. i. in der Höhe der Maxillen.

7. Was die Antennendrüse anbelangt, so muß es als feststehend gelten, daß dieselbe nur aus Endsäckchen besteht, das selbst nur noch in ziemlich rudimentärer Form vorhanden ist.

---

## Literaturverzeichnis.

1) Bronn-Gerstäcker, Die Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. V. Arthropoda, 1. Abt. Crustacea. 1866—79.
2) Claus, C., Die Schalendrüse der Daphniden. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXV. 1875.
3) Ders., Zur Kenntnis der Organisation und des feineren Baues der Daphniden und verwandter Cladoceren. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXVII. 1876.
4) Ders., Das Medianauge der Crustaceen. Arb. a. d. Zool. Inst., Wien, Bd. IX. 1891.
5) Ders., Über den feineren Bau des Medianauges der Crustaceen. Anz. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien. 1891.
6) Carrière, J., Die Sehorgane der Tiere, vgl. anatom. dargestellt. München und Leipzig. 1885.
7) Cunnington, W. A., Studien an einer Daphnide (Simocephalus sima). Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXXVII. 1903.
8) Dohrn, A., Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden. 3. Die Schalendrüse und die embryonale Entwicklung der Daphniden. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwiss., Bd. V. 1870.
9) Fischel, A., Untersuchungen über vitale Färbung an Süßwassertieren, insbesondere bei Cladoceren. Int. Revue d. ges. Hydrob. u. -gr., Bd. I. 1908.
10) Grobben, C., Entwicklungsgeschichte der Moina rectirostris. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Anatomie der Phyllopoden. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien, Bd. II. 1879.
11) Ders., Die Antennendrüse der Crustaceen. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien, Bd. III. 1880.
12) Hérouard, E., Organes frontaux, glande unicellulaire géante et origine du vitellus nutritif chez les Cladocères. Bull. de la société zool. de France, Tome XX. 1895.
13) Hesse, R., Das Sehen der niederen Tiere. Erweiterte Bearb. eines auf d. 79. Vers. deutsch. Naturf. u. Ärzte zu Dresden 1907 gehalt. Vortrages. Gustav Fischer. Jena. 1908.
14) Ders., Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. VII. Von den Arthropoden-Augen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXX. 1901.
15) Ders., Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. VIII. Weitere Tatsachen, Allgemeines. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXII. 1902.

16) Klunzinger, Einiges zur Anatomie der Daphnien, nebst kurzen Bemerkungen über die Süßwasserfauna der Umgegend Kairos. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XIV. 1864.
17) Kowalevsky, A., Ein Beitrag zur Kenntnis der Exkretionsorgane. Biol. Centralbl., Bd. IX. 1889.
18) Langhans, V. H., Eine rudimentäre Antennendrüse bei Cladoceren als Ergebnis der Vitalfärbungsmethode. Int. Revue d. ges. Hydrob. u. -gr., Bd. II. 1909.
19) Leydig, Fr., Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen. 1860.
20) Lilljeborg, W., Cladocera Sueciae. Nova Acta reg. soc. Sc. Upsal., Vol. XII, serie III. Upsala. 1900.
21) Miltz, O., Das Auge der Polyphemiden. Zoologica, Bd. XI, Heft 28. 1899.
22) Müller, O. F., Entomostraca seu insecta testacea, quae in aquis Daniae et Norvegiae reperit, descripsit et iconibus illustravit. Lipsiae et Hauniae. 1785.
23) Rath, O. vom, Zur Kenntnis der Hautsinnesorgane der Crustaceen. Zool. Anz., Bd. XIV. 1891.
24) Redi, Fr., In: Opere di Francesco Redi Gentiluomo Aretino e Accademico della Crusca. Volume Terzo, Milano 1810. (D. Arbeit selbst von 1684.)
25) Retzius, G., Zur Kenntnis des Nervensystems der Daphniden. Biol. Unters. von Prof. Dr. G. Retzius, Bd. XIII, Nr. 13. Stockholm. 1906.
26) Rühe, F. E., Notiz über die Antennendrüse der Cladoceren. Int. Revue d. ges. Hydrob. u. -gr., Bd. II. 1909.
27) Samassa, P., Untersuchungen über das zentrale Nervensystem der Cladoceren. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXXVIII. 1891.
28) Schäffer, J. C., Die grünen Armpolypen, die geschwänzten und ungeschwänzten zackigen Wasserflöhe und eine besondere Art kleiner Wasseraale. Regensburg. 1755.
29) Scharfenberg, U. von, Studien und Experimente über die Eibildung und den Generationszyklus von Daphnia magna. Int. Revue d. ges. Hydrob. u. -gr. Biol., Suppl. II zu Bd. III. 1910.
30) Schödler, J. E., Über Acanthocercus rigidus, ein bisher noch unbekanntes Entomostrakon aus der Familie der Cladoceren. Wiegm. Arch. f. Naturg., Bd. XII. 1846.
31) Spencer, W. K., Zur Morphologie des Zentralnervensystems der Phyllopoden, nebst Bemerkungen über deren Frontalorgane. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXI. 1902.
32) Straus, H. E., Mémoire sur les Daphnia, de la classe des Crustacés Mém. du Mus. d'hist. nat., Tome V et VI. Paris. 1819/20.
33) Swammerdam, Historia Insectorum generalis. Utrecht. 1669.
34) Weismann, A., Über Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina Lilljeborg. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXIV. 1874.

35) WOLTERECK, R., Über Funktion, Herkunft und Entstehungsursachen der sogenannten „Schwebefortsätze" pelagischer Cladoceren. Festschrift für CHUN. Zoologica. 1913.
36) ZENKER, W., Physiologische Bemerkungen über die Daphniden. Arch. f. Anat., Phys., wiss. Medizin von JOH. MÜLLER. 1851.
37) ZOGRAF, N. VON, Das unpaare Auge, die Frontalorgane und das Nackenorgan einiger Branchiopoden. Berlin. 44 pp., 3 Fig., 3 Tafeln.

## Verzeichnis der Abkürzungen.

*A* = Auge.
$A_1$ = erste Antenne.
$A_2$ = zweite Antenne.
*Ad* = Antennendrüse.
*Ag* = Ausmündungsgang.
*Bl* = Blutkörperchen.
*Br* = Brutraum.
*Ch* = Chitin (Cuticula).
*Chk* = Chitinkapseln.
*Cr* = (Haupt-) Kiel (Crista).
*D* = Darm.
*Dr* = Drüse.
*Dz* = Nährzellen.
*E* = Enddarm.
*Es* = Endsäckchen.
*Fe* = Fettkörper.
*Fo* = Fornix.
*Fr* = Frontalorgan.
*G* = Gehirn.
*Go* = Ganglion optikum.
*Gz* = Ganglienzellen.
*H* = Herz.
*Ha* = Harnblase.
*Hü* = Hüllmembran.
*I* = Intima.
*Iz* = Isolationszellen, Stützzellen.
*K* = Kern.
*Ka* = Kanal.
*Kb* = Kopfboden.
*Kbz* = Zellkomplex des Kopfbodens.
$Ki_{1, 2, 3}$ = Kiemensäckchen des 1., 2., 3. Fußes.
*KK* = Kristallkegel.
*Le* = Leberhörnchen.
*M* = Muskel resp. Muskulatur.
*Ma* = Matrixschicht (Hypodermis).
*Md* = Mandibel.
*N* = Nerv resp. Nervenfasern.
*Na* = Nebenauge.
*Neschl* = Nebenschleife.
*No* = Nackenorgan.
*Oe* = Öffnung.
*Oes* = Ösophagus.
*OL* = Oberlippe.
*OLZ* = Oberlippenzipfel.
*P* = Pigment.
$PaCr_{1, 2}$ = 1., 2. Nebenkiel (Paracrista).
*Pl* = Protoplasma.
*Pv, s, u* = vorderer, seitlicher, unterer Teil (des Nebenauges).
*RM* = Ringmuskulatur.
*Sch* = Schale.
*Schl* = Schleifenteil (Hauptschl.).
*Schz* = Schaltzone.
*Se* = Sekret.
*St* = Stiftchensaum.
*T* = Tastborsten.
*V* = Vakuole.
*Vr* = Vorraum des Auges.
*W* = papillöse Wucherungen.
*Zdr* = Zwischen- oder Vordrüse.

## Verzeichnis der Tafelfiguren.

Fig. 1. Die Schalendrüse und Antennendrüse in ihrer natürlichen Lage im Organismus, vital gefärbt mit Methylenblau.

Fig. 2. Tastantenne im Frontalschnitt. Leitz Ok. 3, Obj. 7.

Fig. 3. Ringmuskulatur des Darmes, vital gefärbt mit Methylenblau.

Fig. 4. Situationsbild von Tastantenne und Zellkomplex des Kopfbodens, Vitalfärbung mit Neutralrot.

Fig. 5. Tastantenne, vital gefärbt mit Methylenblau.

Fig. 6. Das Wachsmodell in Rückenansicht, ca. 73fache Vergrößerung.

Fig. 7. Das Wachsmodell in Seitenansicht, ca. 73fache Vergrößerung.

Fig. 8. Das Wachsmodell von vorn gesehen, ca. 73fache Vergrößerung.

Fig. 9. Das Wachsmodell von unten gesehen, ca. 73fache Vergrößerung.

---

## Lebenslauf.

Ich, Oskar Theodor Kurt Klotzsche, evangelisch-lutherischer Konfession, wurde am 2. Januar 1885 zu Dresden als Sohn des Oberpostsekretärs K. geboren. Den Elementarunterricht erhielt ich in der heimatlichen Volksschule. Von Ostern 1896 an besuchte ich die Kreuzschule zu Dresden, die ich Ostern 1906 mit dem Zeugnis der Reife verließ. In der Zwischenzeit war ich 1/2 Jahr auf der Fürstenschule zu Meißen. Vor Ostern 1906 an studierte ich in Jena und Leipzig Naturwissenschaften und hörte die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Privatdozenten: von Bardeleben, Brahn, von Brücke, Chun, Correns, Credner, Detmer, Eucken, Felix, Haeckel, Hantzsch, Kaestner, Linck, Miehe, Pfeffer, Philipp, Rinne, Schultze, Simroth, Steche, zur Strassen, Volkelt, Wagner, Walther, Wiener, Woltereck, Wundt, Zirkel. Einige Semester nahm ich teil an den zoologischen, botanischen, geologisch-paläontologischen, mineralogischen, chemischen und physikalischen Prakticis.





Fo.
A².
A¹.
Cr.
D.
Ad.
Md.
Sch.
Ha.
Es.
Ka.
VI
V
IV
I
Schl.
Neschl.
II
III
Ki.²
Fe.
Fe.
Ki³.

1.

ChK.
ChK.
N.
K.
Ch.
JZ.
Ch.
K
N.
Gz
Gz.
K.
JZ.
JZ.
Gz.
N.
Bl.
Bl.
N.
Bl.

2.

R.M.

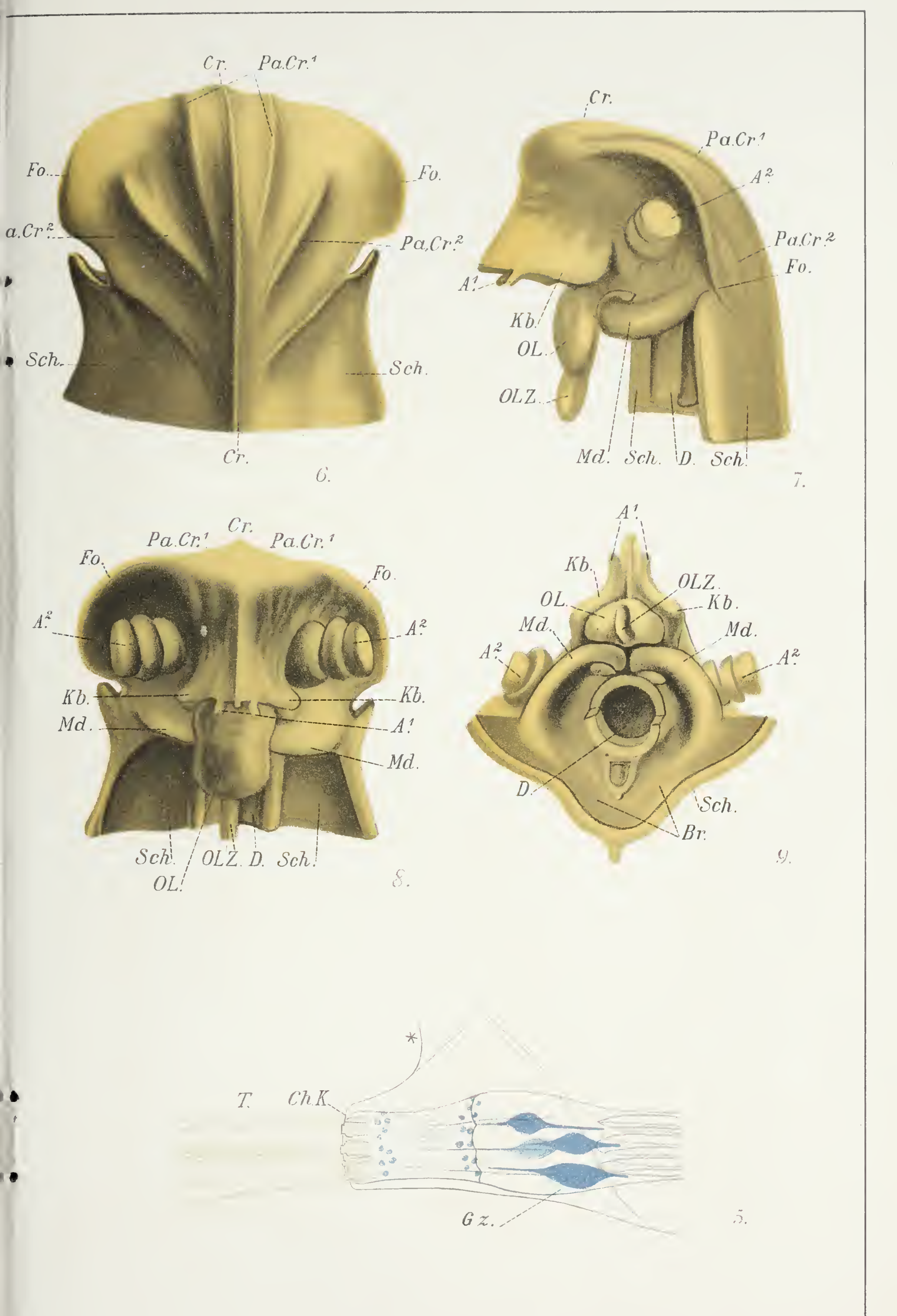
3.

Na.
G.
N.
Kb.²
A¹
Kb.
Sch

4.

Klotzsche.

Verlag von Gus[...]




[...]her in Jena.
P. Weise, Lith., Jena.


3 0112 072836544